



TREBALL FINAL DE MÀSTER



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: **Marc Iglesias Farran**

Titulació: Màster en Enginyeria Industrial

Títol de Treball Final de Màster: Automatització d'un procés industrial mitjançant actuadors pneumàtics i oleohidràulics

Director/a: Eduard Gregorio López

Presentació

Mes: Setembre

Any: 2018



ÍNDEX GENERAL

1.	PLANTEJAMENT DEL TREBALL	6
1.1.	ANTECEDENTS	6
1.2.	OBJECTIUS	7
1.3.	ABAST DEL TREBALL	7
2.	FONAMENTS TEÒRICS.....	8
2.1.	PNEUMÀTICA.....	8
2.1.1.	COMPONENTS DEL SISTEMA	8
2.1.2.	CÀLCUL DE CILINDRES.....	17
2.2.	OLEOHIDRÀULICA	24
2.2.1.	DISSENY DEL SISTEMA HIDRÀULIC DE LA MÀQUINA	24
2.2.2.	PRINCIPI DE FUNCIONAMENT	24
2.2.3.	COMPONENTS DEL SISTEMA.....	24
2.3.	ELECTROPNEUMÀTICA I ELECTROHIDRÀULICA.....	40
2.3.1.	ELECTROPNEUMÀTICA.....	40
2.3.2.	ELECTROHIDRÀULICA.....	40
2.3.3.	COMPONENTS	41
3.	PLANTEJAMENT DE LA RESOLUCIÓ	44
3.1.	ESTUDI DE LA SEQÜÈNCIA A REALITZAR.....	44
3.2.	CARACTERÍSTIQUES DEL PRODUCTE A FABRICAR.....	46
3.3.	CÀLCUL I DIMENSIONAMENT DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	48
3.4.	CÀLCUL DE LA FORÇA DE TALL DEL TREPANT	54
3.5.	CÀLCUL DE LA FORÇA DE TALL DE LA SERRA.....	60
4.	SOLUCIÓ PNEUMÀTICA	63
4.1.	DISSENY DEL CIRCUIT PNEUMÀTIC.....	63
4.2.	CÀLCUL I SELECCIÓ DELS COMPONENTS	64
4.2.1.	ACTUADORS PNEUMÀTICS	64
4.2.2.	VÀLVULES PNEUMÀTIQUES	81
4.3.	COST DELS COMPONENTS PNEUMÀTICS.....	90
5.	SOLUCIÓ OLEOHIDRÀULICA.....	91
5.1.	DISSENY DEL CIRCUIT OLEOHIDRÀULIC	91
5.2.	CÀLCULS PER A L'OBTENCIÓ DEL DIÀMETRE DEL CILINDRE	92
5.2.1.	CILINDRE A: TOPALL	92
5.2.2.	CILINDRE B: CINTA.....	96
5.2.3.	CILINDRE C: SUBJECCIÓ.....	98



5.2.4. CILINDRES D i E: TREPANTS	100
5.2.5. CILINDRE DE GIR F: SERRA.....	103
5.2.6. CILINDRE G: EMPENYER FUSTA	105
5.3. DIMENSIONAT DE LA BOMBA	108
5.4. CÀLCUL DE LA TUBERIA.....	112
5.5. COST DELS COMPONENTS OLEOHIDRÀULICS.....	115
6. ANÀLISI COMPARATIU	116
7. CONCLUSIONS	125
8. BIBLIOGRAFIA.....	127
ANNEXES	130



ÍNDEX DE TAULES

Taula 1 Classificació dels actuadors pneumàtics.....	8
Taula 2 Nomenclatura vàlvules pneumàtiques segons ISO.....	14
Taula 3 Mides normalitzades dels cilindres pneumàtics.....	18
Taula 4 Longitud del vinclament segons el tipus de càrrega aplicada	19
Taula 5 Moment de inèrcia en funció del disseny.....	22
Taula 6 Graus de viscositat ISO	26
Taula 7 Correlació entre graus de viscositat SAE-ISO.....	27
Taula 8 Rang de valors de viscositat cinemàtica	27
Taula 9 Graus de filtració i aplicació.....	29
Taula 10 Graus de filtració i posició recomanada pels filtres.....	30
Taula 11 Rangs de treball per les bombes hidràuliques.....	33
Taula 12 Tubs d'acer sense soldadura per a circuits hidràulics	36
Taula 13 Factor de seguretat en mànegues flexibles, F_s	37
Taula 14 Taula pesos orientatius bandes	49
Taula 15 Dimensions corròns segons DIN 15207	50
Taula 16 Pesos corròns en funció de les seves característiques.....	51
Taula 17 Fricció estàtica per a diferents recobriments	52
Taula 18 Factor C_1	52
Taula 19 Paràmetres de càlcul Cilindre A	64
Taula 20 Paràmetres de càlcul Cilindre B	68
Taula 21 Paràmetres de càlcul Cilindre C	70
Taula 22 Paràmetres de càlcul Cilindre D,E	73
Taula 23 Paràmetres de càlcul Cilindre F.....	75
Taula 24 Paràmetres de càlcul Cilindre G.....	78
Taula 25 Característiques vàlvules 5/2 vies	89
Taula 26 Pressuposts components pneumàtics	90
Taula 27 Cabals Part hidràulica	108
Taula 28 Diàmetres estàndards de canonades hidràuliques.....	113
Taula 29 Pressupost dels components oleohidràulics	115
Taula 30 Resum solució pneumàtica	118
Taula 31 Resum solució hidràulica	118

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1 Sketch peça que s'ha de fabricar	6
Figura 2 Exemple d'actuador pneumàtic lineal.....	8
Figura 3 Simbologia cilindre simple efecte segons ISO	9
Figura 4 Exemples cilindres de simple efecte	9
Figura 5 Simbologia cilindres de doble efecte segons ISO	10
Figura 6 Exemple actuador pneumàtic rotatiu.....	11
Figura 7 Actuador pneumàtic tipus paleta	12
Figura 8 Simbologia motor de paletes segons ISO	12
Figura 9 Vàlvula distribuïdora 3/2	15
Figura 10 Regulador de pressió amb orifici d'escapament	16
Figura 11 Regulador de pressió sense orifici d'escapament	16
Figura 12 Vàlvula de seqüència	17
Figura 13 Esforços de la molla.....	20
Figura 14 Esquema equip hidràulic	25
Figura 15 Components del tanc hidràulic.....	28
Figura 16 Esquema de representació del tanc hidràulic	28
Figura 17 Esquema i símbol del filtre hidràulic	29
Figura 18 Bomba d'engranatges i principi de funcionament	31
Figura 19 Bomba hidràulica de tipus lobular	31
Figura 20 Esquema d'una bomba de paletes	32
Figura 21 Bomba de pistons radials	32
Figura 22 Parts del cilindre hidràulic	34
Figura 23 Amortiment del cilindre al final de carrera	35
Figura 24 Màneg flexible per aplicacions hidràuliques	37
Figura 25 Posició de la vàlvula de seguretat	38
Figura 26 Posició de la vàlvula de compensació.....	38
Figura 27 Vàlvula antiretorn.....	39
Figura 28 Vàlvula distribuïdora de 4 vies i 2 posicions.....	39
Figura 29 Representació esquema elèctric 1.....	42
Figura 30 Representació esquema elèctric 2.....	43
Figura 31 Sketch llistó de fusta.....	47
Figura 32 Característiques banda seleccionada.....	49
Figura 33 Corró de retorn pla	50
Figura 34 Paràmetres extrems d'eix corró	51
Figura 35 Cinta transportadora seleccionada	53
Figura 36 Parts d'una fresa.....	54
Figura 37 Paràmetres vinculats a l'operació de foradar.....	56
Figura 38 Broca helicoidal	57
Figura 39 Valors de K _{so} i Z.....	58
Figura 40 Velocitats d'avanç recomanades segons material a processar	59
Figura 41 Retall catàleg serra elegida.....	60
Figura 42 Característiques cilindre CP96 Topall.....	66
Figura 43 Característiques actuador de gir CRA1 Cinta	69
Figura 44 Característiques cilindre C96 subjecció.....	72
Figura 45 Característiques cilindre CP96 subjecció.....	74
Figura 46 Característiques cilindre CP96 serra	77



Figura 47 Característiques cilindre CP95 empènyer	80
Figura 48 Vàlvula d'alimentació seleccionada.....	82
Figura 49 Peça intermitja de connexió vàlvula alimentació	82
Figura 50 Vàlvula de 3/2 vies seleccionada	83
Figura 51 Esquema vàlvula posta en marxa	83
Figura 52 Vàlvula posta en marxa seleccionada.....	84
Figura 53 Esquema vàlvula final de carrera	84
Figura 54 Vàlvula de final de carrera seleccionada	85
Figura 55 Esquema vàlvula de control cilindres simple efecte	86
Figura 56 Pressió de pilotatge vàlvula 3 vies	87
Figura 57 Vàlvula 3/2 vies pilotada pneumàticament.....	87
Figura 58 Vàlvula de control cilindres doble efecte	88
Figura 59 Vàlvules 5/2 vies pilotades pneumàticament.....	89
Figura 60 Rang de pilotatge vàlvules 5/2 vies	89
Figura 61 Velocitats màximes admissibles de cilindres hidràulics	93
Figura 62 Característiques cilindre hidràulic topall.....	94
Figura 63 Característiques cilindre hidràulic cinta	96
Figura 64 Dimensions cilindre hidràulic cinta	96
Figura 65 Característiques cilindre hidràulic subjecció	99
Figura 66 Característiques cilindre hidràulic trepant.....	102
Figura 67 Característiques cilindre hidràulic serra.....	104
Figura 68 Característiques cilindre hidràulic empènyer.....	106
Figura 69 Corba de treball de la bomba seleccionada	109
Figura 70 Bomba seleccionada amb els punts de treball.....	110
Figura 71 Secció de la bomba seleccionada	110
Figura 72 Dades tècniques de la bomba	111

1. PLANTEJAMENT DEL TREBALL

1.1. ANTECEDENTS

Aquest estudi consisteix en automatitzar un procés de tall de fusta a mesura, més la realització de dos forats a la mateixa. S'automatitzarà mitjançant una màquina automàtica que treballarà de forma contínua. Es tindran llistons de 3x0,3x0,3m que seran transportats mitjançant una cinta transportadora, seguidament s'activarà un topall que per una banda frenarà el moviment del llistó i per altra banda, el deixarà a la posició de la cinta que es desitja, i finalment s'aturarà la cinta. Un cop el llistó es col·locat a la posició que es desitja, s'activarà un cilindre, el qual subjectarà el llistó per poder trepanar els dos forats i serrar-lo a la mesura requerida. Un cop s'hagin realitzat les operacions anteriors, s'activarà un cilindre que empenyerà la fusta a una petita tina, on s'aniran depositant les peces. La finalitat és aconseguir una falca de fusta per dipositar-hi els enganxalls d'un tren.

Aquest procés s'automatitzarà per una banda de forma pneumàtica i per altra banda de forma oleohidràulica, per tant, es plantejarà una solució pneumàtica i una oleohidràulica on s'estudiarà quina de les dos formes és més rentable a nivell energètic i econòmic.

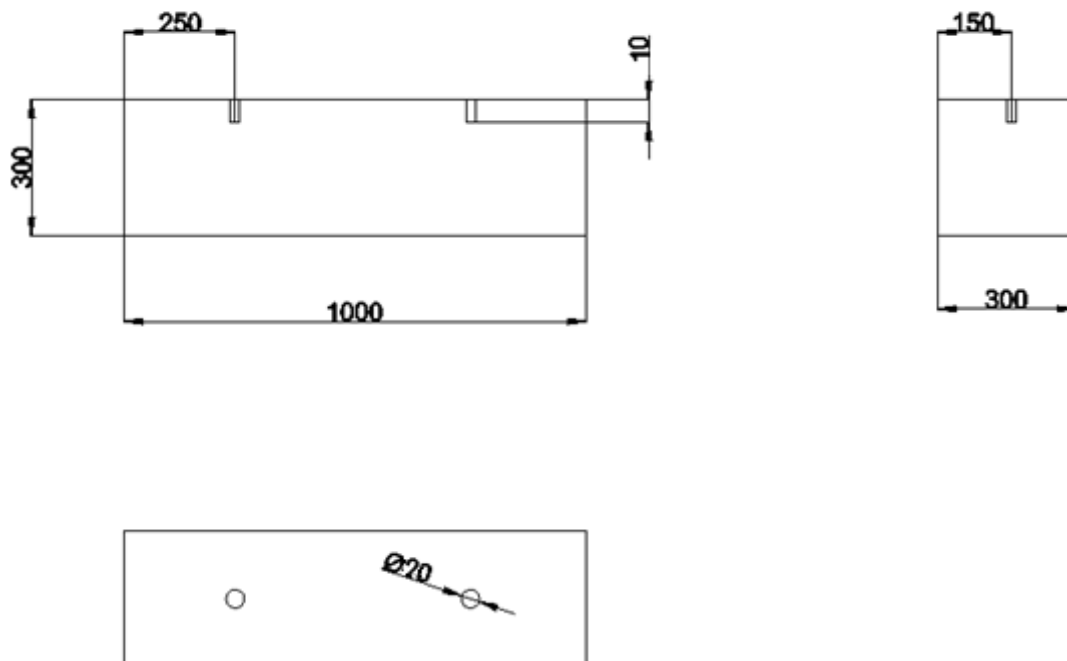


Figura 1 Sketch peça que s'ha de fabricar



1.2. OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest estudi és analitzar quina de les dues solucions (pneumàtica o hidràulica) és la més rentable a nivell energètic i econòmic per realitzar el procés anteriorment descrit. Aquest objectiu s'assolirà aplicant els càlculs bàsics de la pneumàtica i l'oleohidràulica i l'ús del software de disseny i simulació a temps real anomenat FESTO FluidSIM.

En aquest estudi també es busca introduir-se dins del món de la fluídica (pneumàtica i oleohidràulica), estudiant els conceptes bàsics per poder assolir l'objectiu de l'estudi, conèixer les parts i components dels circuits pneumàtics, conèixer les diferents metodologies que existeixen per realitzar un circuit pneumàtic o hidràulic, conèixer i practicar amb software de disseny i simulació de circuits pneumàtics o hidràulics, i conèixer les principals diferències entre la pneumàtica i l'oleohidràulica.

1.3. ABAST DEL TREBALL

Els objectius anunciats anteriorment s'assoliran mitjançant la definició de la tècnica per a desenvolupar seqüències de moviment en un o varis cilindres, el dimensionament dels cilindres, el disseny i simulació del circuit i la realització del pressupost de cada solució.

Per contra, el disseny mecànic de la màquina no entra dins de l'abast del treball. Tampoc entren dins l'abast del treball el càlcul de les pèrdues de càrrega que es produiran en les canonades hidràuliques i pneumàtiques ni el disseny 3D de la màquina i dels components.

2. FONAMENTS TEÒRICS

En aquesta secció es fa una revisió dels principals conceptes de pneumàtica, oleohidràulica, electropneumàtica/electrohidràulica i eficiència energètica utilitzats al llarg del treball. Així mateix, també es mostra el procediment per calcular els actuadors, aplicat en les seccions 4 i 5 d'aquest treball, per seleccionar els cilindres hidràulics i pneumàtics.

2.1. PNEUMÀTICA

El treball que realitzen els actuadors pneumàtics pot ser lineal o rotatiu. El moviment lineal s'obté per mitjà de cilindres d'èmbol o de pistó. També hi ha actuadors pneumàtics de rotació contínua (motors pneumàtics) i de rotació no contínua (gir limitat) com s'aprecia a continuació.[1]

Taula 1 Classificació dels actuadors pneumàtics

Actuador Pneumàtics		
Actuadors Lineals	Actuadors de Gir	Actuadors Especials
- Simple efecte	- Gir limitat	- Especials
- Doble efecte	- Gir limitat o motor	- Combinats

2.1.1. COMPONENTS DEL SISTEMA

2.1.1.1. ACTUADORS LINEALS

Els cilindres pneumàtics, independentment de la seva forma constructiva, representen els actuadors més comuns que s'utilitzen en els circuits pneumàtics. Hi ha dos tipus fonamentals dels quals deriven construccions especials.[2]



Figura 2 Exemple d'actuador pneumàtic lineal

- Cilindres de simple efecte

Un cilindre de simple efecte desenvolupa un treball només en un sentit. L'èmbol es fa retornar per mitjà d'un ressort intern o per algun altre mitjà extern com ara càrregues, moviments mecànics, etc. Pot ser de tipus "normalment "retret" o "normalment estès". Els cilindres de simple efecte s'utilitzen per subjectar, marcar, expulsar, etc. Tenen un consum d'aire una mica més baix que un cilindre de doble efecte de la mateixa mida.

La simbologia utilitzada per aquests actuadors segons les normes ISO és la següent:

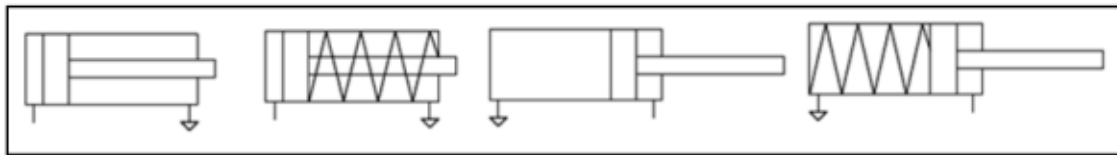


Figura 3 Simbologia cilindre simple efecte segons ISO

La varietat constructiva dels cilindres de simple efecte és molt important, però tots ells presenten mecànicament la mateixa forma de treball. A la següent figura es mostren alguns exemples dels mateixos.



Figura 4 Exemples cilindres de simple efecte

Les característiques principals d'un bon actuator pneumàtic lineal, són les següents:

- Que la fricció interna sigui la més baixa possible.
- Que el seu muntatge o instal·lació sigui el més simple i ràpid.
- Que la seva vida útil sigui la més llarga possible.
- Que existeixin gran varietat de dissenys per adaptar-los a diverses necessitats.
- Que pugui utilitzar-se amb o sense lubricació.
- Que pugui resistir la temperatura, i esforços de compressió i tracció a les que està sotmès.
- Que tingui gran capacitat d'amortiment.

Que tingui possibilitats de detectar la seva posició de carrera.

- Cilindres de doble efecte

Els cilindres de doble efecte són aquells que realitzen treball tant en la seva carrera d'avanç com la de retrocés per acció de l'aire comprimit. La seva denominació es deu al fet que fan servir les dues cares de l'èmbol (aire a les dues cambres), per tant permeten realitzar treball en tots dos sentits.

Els seus components interns són pràcticament iguals als de simple efecte, amb petites variacions en la seva construcció. Algunes de les més notables es troben en un costat de la culata anterior, amb un orifici roscat per poder realitzar la injecció d'aire comprimit a les dues cambres.

El perfil de les juntes dinàmiques també variarà a causa de que es requereix l'estanqueïtat entre les dues cambres, requeriment de menor rellevància en la disposició de simple efecte.

La simbologia per actuadors de doble efecte és:



Figura 5 Simbologia cilindres de doble efecte segons ISO

2.1.1.2. ACTUADORS DE GIR

Els actuadors rotatius són els encarregats de transformar l'energia pneumàtica en energia mecànica de rotació. Per a aquests tipus d'actuadors, es tenen dos grans grups [5]:

- Actuadors de gir limitat:

Són els que proporcionen moviment de gir, però no arriben a produir una revolució completa. Existeixen disposicions de simple i doble efecte per a angles de gir de 90°, 180°, fins a un valor màxim d'uns 300°.

- Motors pneumàtics:

Són aquells que proporcionen un moviment rotatori constant. Es caracteritzen per proporcionar un elevat número de revolucions per minut.



Figura 6 Exemple actuator pneumàtic rotatiu

- Actuator de paleta:

L'actuator de gir de tipus paleta potser és el més representatiu dins del grup que formen els actuadors de gir limitat. Aquests actuadors realitzen un moviment de gir que poques vegades supera els 270 graus, incorporant uns topalls mecànics que permeten la regulació d'aquest gir.

Estan compostos per una carcassa, a l'interior es troba una paleta que delimita les dues cambres. Solidari a aquesta paleta, es troba l'eix, que travessa la carcassa exterior. És precisament en aquest eix on s'obté el treball, en aquest cas en forma de moviment angular limitat. El funcionament és similar al dels actuadors lineals de doble efecte. En aplicar aire comprimit a una de les seves càmeres, la paleta tendeix a girar sobre l'eix, sempre que hi hagi diferència de pressió pel que fa a la càmera contrària (generalment comunicada amb l'atmosfera). Si la posició és inversa, s'aconsegueix un moviment de gir en sentit contrari.

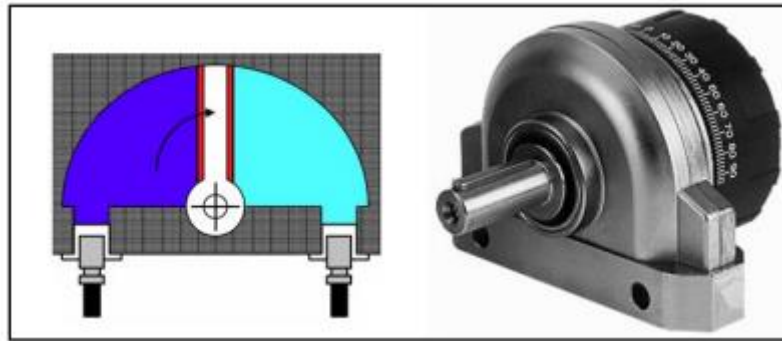


Figura 7 Actuador pneumàtic tipus paleta

- Motor de paletes:

Com ja s'ha esmentat anteriorment, els motors pneumàtics són els encarregats de la transformació de l'energia pneumàtica en energia mecànica (moviment rotatori constant).

Dins de la variada gamma de motors pneumàtics, els més representatius són els del tipus "de paletes", també coneguts com "d'aletes". A causa de la seva construcció senzilla i pes reduït, la seva aplicació s'ha estès bastant en els últims anys. La seva constitució interna és similar a la dels compressors de paletes, és a dir, un rotor ranurat, en el qual s'allotgen una sèrie de paletes, que gira excèntricament a l'interior de l'estator. Les paletes dins de les ranures llisquen cap a les parets internes de l'estator per acció de la força centrífuga quan s'aplica un corrent d'aire a pressió.

La simbologia per a aquests actuadors segons les normes ISO és:

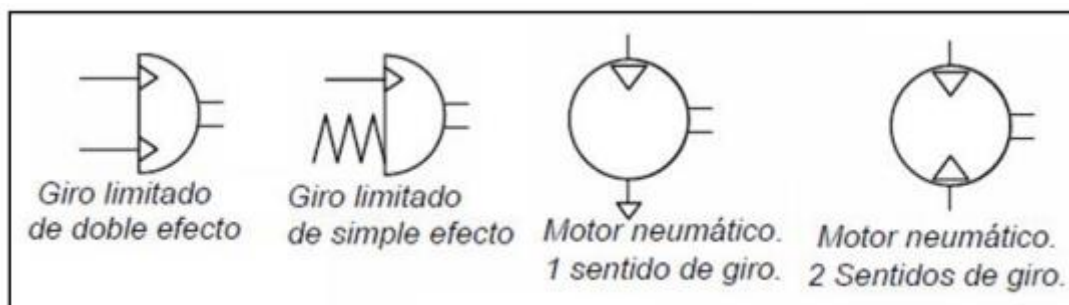


Figura 8 Simbologia motor de paletes segons ISO



2.1.1.3. VÀLVULES

Els circuits pneumàtics i hidràulics estan constituïts pels actuadors que efectuen el treball i per aquells elements de senyalització i de comandament que governen el pas de l'aire comprimit, i per tant la maniobra d'aquells, denominant-se d'una manera genèrica vàlvules.

Aquests elements tenen com a finalitat enviar o regular la posada en marxa o l'aturada del sistema, el sentit del flux, així com la pressió o el cabal del fluid procedent del dipòsit regulador.

Segons la seva funció les vàlvules es subdivideixen en els grups següents:

- Vàlvules de vies o distribuïdores
- Vàlvules de bloqueig
- Vàlvules de pressió
- Vàlvules de cabal i tancament

- Vàlvules de vies o distribuïdores:

Aquestes vàlvules són els components que determinen el camí que ha de seguir l'aire en cada moment, governant al mateix temps el sentit de desplaçament dels actuadors. Treballen en dos o més posicions fixes determinades. En principi, no poden treballar en posicions intermèdies.

La representació que s'utilitza correspon a la norma ISO 1219, que és idèntica a la norma de la Comissió Europea de les Transmissions Pneumàtiques i Oleohidràuliques (CETOP). Es tracta d'una representació que reflecteix la funció i el funcionament de les vàlvules d'una manera significativa.

La següent taula mostra la nomenclatura utilitzada en les vàlvules pneumàtiques:

Taula 2 Nomenclatura vàlvules pneumàtiques segons ISO

ISO 1219 Alfabètica	CETOP	Función
	Númerica	
P	1	Conexión del aire comprimido
A,B,C	2,4,6	Tuberías o vías de trabajo con letras mayúsculas
R,S,T	3,5,7	Orificios de escape
X,Y,Z	12,14,16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Les vàlvules poden ser accionades de diferents maneres, fins i tot poden accionar de manera diferent en un sentit o un altre. L'accionament pot ser manual, mecànic, pneumàtic o elèctric. El primer es fa mitjançant polsador, palanca o pedal. El mecànic s'efectua per mitjà d'una lleva, moll o corró; aquest pot ser normal o escamotejable, és a dir si només actua quan es desplaça el corró en un sentit mentre que en l'altre es retreu.

En l'accionament pneumàtic s'utilitza aire comprimit del mateix circuit o d'un altre auxiliar per maniobrar la posició de la vàlvula. Generalment es necessita una pressió mínima de l'aire (pressió mínima de pilotatge o de comandament) per poder accionar la vàlvula. Aquesta pressió s'especifica en els catàlegs en funció de la pressió de treball del circuit. L'accionament elèctric s'efectua amb la força que es provoca en fer passar un corrent elèctric al voltant d'una bobina amb un nucli de ferro desplaçable al seu interior. Té molts avantatges enfront de la resta d'accionaments i dona lloc a una tecnologia coneguda com Electropneumàtica que s'estudiarà més endavant.

Els accionaments es representen en les línies laterals dels quadrats extrems que simbolitzen les vàlvules, mitjançant un petit símbol. La simbologia per a aquests accionaments es detalla a la norma ISO 1219.

Es poden trobar diferents tipus de vàlvules de vies o distribuïdores com vàlvules de 3/2 vies, vàlvules de 4/2 vies, vàlvules de corredissa o vàlvules de 5/3 vies.

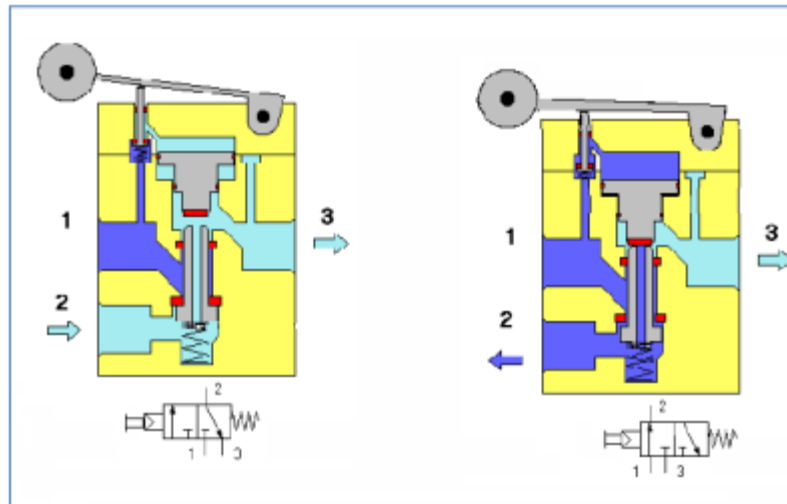


Figura 9 Vàlvula distribuïdora 3/2

- Vàlvules de pressió:

Aquestes vàlvules influeixen principalment sobre la pressió, o estan condicionades pel valor que prengui aquella. Entre elles es destaquen les següents: vàlvules reguladores de pressió, vàlvules limitadores de pressió, vàlvules de seqüència.

- Vàlvules de regulació de pressió:

Té la missió de mantenir constant la pressió en la seva sortida independentment de la pressió que hi hagi a l'entrada. Tenen com a finalitat fonamental obtenir una pressió invariable en els elements de treball independentment de les fluctuacions de la pressió que normalment es produeixen a la xarxa de distribució. La pressió d'entrada mínima ha de ser sempre, òbviament, superior a l'exigida a la sortida.

Hi ha dos tipus de vàlvules reguladores, una amb orifici d'escapament a l'atmosfera i una altra sense fuita o sense purga.

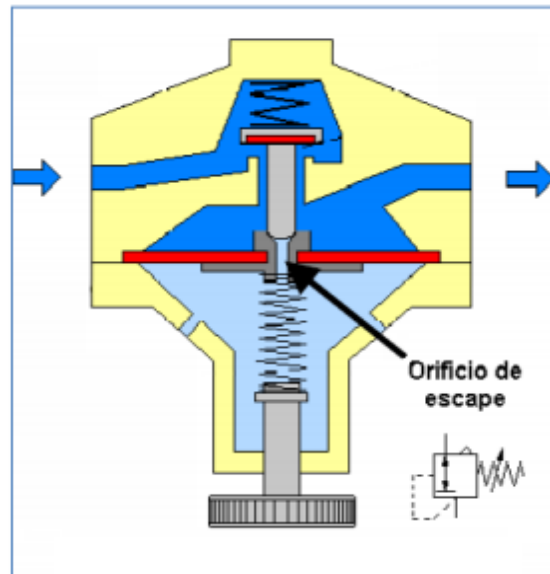


Figura 10 Regulador de pressió amb orifici d'escapament

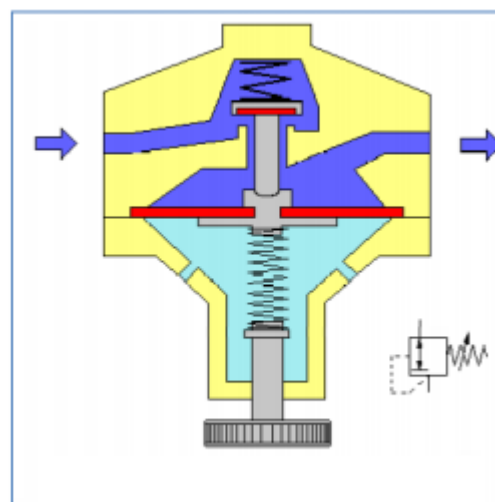


Figura 11 Regulador de pressió sense orifici d'escapament

- Vàlvules limitadores de pressió:

Aquestes vàlvules s'obren i deixen passar l'aire en el moment en què s'aconsegueix una pressió de consigna. Es disposen en paral·lel i s'utilitzen, sobretot, com vàlvules de seguretat, no admeten que la pressió en el sistema sobrepassi un valor màxim admissible. A l'aconseguir a l'entrada de la vàlvula l'aire una determinada pressió, s'obre la sortida i l'aire surt a l'atmosfera. La vàlvula roman oberta fins que la molla, un cop assolida la pressió ajustada, tanca de nou el pas. Algunes vàlvules disposen d'un enclavament que requereix una actuació exterior per procedir de nou al seu tancament.

- Vàlvules de seqüència:

El seu funcionament és molt similar al de la vàlvula limitadora de pressió, la diferència està en que en comptes de sortir l'aire a l'atmosfera a l'aconseguir-se la pressió de consigna, deixa passar l'aire per realitzar un determinat treball. L'aire no circula de P (1) cap a la sortida A (2), mentre que en el conducte de comandament Z(12) no s'arribi a una pressió de consigna. Un èmbol de comandament obre el pas de P cap a A.

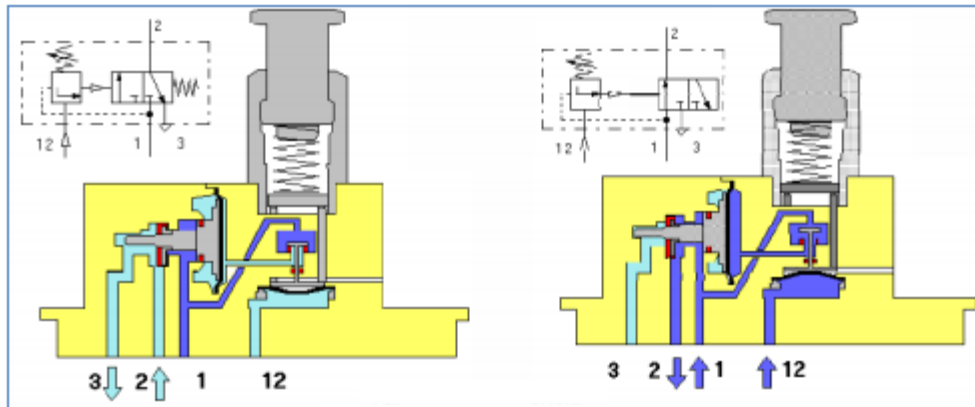


Figura 12 Vàlvula de seqüència

Aquestes vàlvules es munten en comandaments pneumàtics que actuen quan es requereix d'una pressió fixa per a un efecte de commutació.

2.1.2. CÀLCUL DE CILINDRES

Quan es tracta de seleccionar un actuator, es realitzen les següents operacions bàsiques de càlcul:

- Càlcul de la força
- Càlcul del diàmetre mínim
- Comprovació del vinclament
- Capacitat d'amortiment
- Consums d'aire comprimit

2.1.2.1. CÀLCULS PER LA OBTENCIÓ DEL DIÀMETRE MÍNIM DEL CILINDRE

El diàmetre d'un cilindre es pot obtenir mitjançant la següent fórmula:

$$D \geq \sqrt{\frac{F_T \cdot 4}{\pi \cdot p}} \quad \left\{ \begin{array}{l} D: \text{Diàmetre del cilindre} \\ F_T: \text{Força teòrica en el cilindre} \\ p: \text{Pressió} \end{array} \right. \quad (1)$$

Prèviament s'haurà d'haver calculat la força teòrica del cilindre i conèixer la pressió de treball. Un cop s'hagi calculat el diàmetre mínim del cilindre, aquest s'haurà d'estandarditzar, s'utilitzarà la taula següent per elegir el diàmetre estàndard del cilindre.

Taula 3 Mides normalitzades dels cilindres pneumàtics

Ø Èmbol	Ø Tija	FORÇA NETA [N] a P=6 bar
8	4	30
10	4	40
12	6	60
16	6	106
20	8	174
25	10	260
32	12	509
40	16	665
50	20	1039
63	20	1849
80	25	2909
100	25	4156
125	32	7273
160	40	11637
200	50	16625
250	60	25977
300	70	35887

2.1.2.2. COMPROBACIÓ A VINCLAMENT

El vinclament és la deformació que sobrevé a una barra esvelta quan se li sotmet un esforç de compressió. En la pràctica, en lloc de calcular el vinclament, es comprova si per les condicions particulars del cilindre i del muntatge el vinclament és admissible o no.

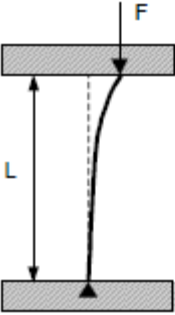
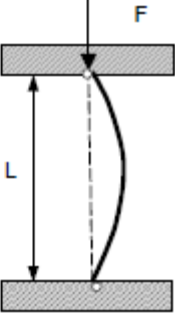
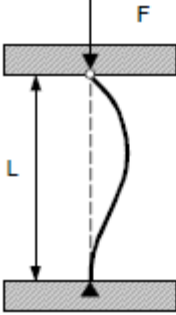
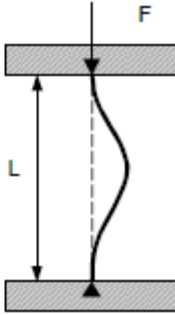
La comprovació es calcula mitjançant la fórmula de Euler:

$$F_p = \frac{\pi^2 EI}{L_p^2 C_s} \left\{ \begin{array}{l} F_p: \text{Força en N a la que es produeix el vinclament} \\ E: \text{Mòdul d'elasticitat del material amb el que està construïda la tija.} \\ I: \text{Moment d'inèrcia en m}^4 \\ L_p: \text{Longitud lliure al vinclament en m.} \end{array} \right. \quad (2)$$

En el cas de l'acer, s'utilitza un valor de mòdul d'elasticitat de $E=2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.

Per a seccions transversals circulars el moment d'inèrcia és: $I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$, sent d el diàmetre de la tija en m. Depenent del tipus de fixació que porti el cilindre, el valor de la longitud lliure a vinclament variarà. El seu valor s'indica en la taula següent:

Taula 4 Longitud del vinclament segons el tipus de càrrega aplicada

Un extremo libre, un extremo empotrado	Dos extremos articulados	Un extremo articulado y otro empotrado	Dos extremos empotrados
			
$L_p = 2 \cdot L$	$L_p = L$	$L_p = \frac{L}{\sqrt{2}}$	$L_p = \frac{L}{2}$

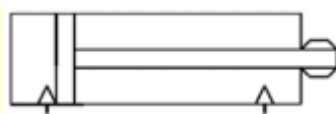
2.1.2.3. CAPACITAT D'AMORTIMENT

Els cilindres pneumàtics poden tindre una velocitat molt elevada i com a conseqüència es poden desenvolupar forces de xoc considerables al final de la carrera. Aquest xoc s'ha d'evitar per eliminar sorolls molestos en la instal·lació i averies, reduint la vida útil de l'actuador. Depenent de l'actuador es pot esmorteir o evitar aquest cop reduint el recorregut de la tija del cilindre sense que arribi als extrems. Els amortidors pneumàtics es troben integrats en l'actuador o cilindre pneumàtic, solen ser regulables fent que pugui anar el plançó durant la major part del recorregut a una velocitat elevada i reduir la velocitat al final del recorregut.

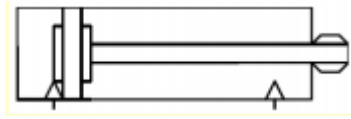
El cilindre que disposen d'amortidor pneumàtic tenen dues sortides d'aire en la cambra de sortida de l'aire. Una sortida és un orifici de regulació i l'altre és l'orifici d'escapament. Durant tot el recorregut de la tija, surt l'aire pels dos orificis fins que s'acosta a l'extrem del cilindre taponant internament el plançó la sortida de l'aire per l'orifici d'escapament, permetent només el buidatge de l'aire per l'orifici regulable, reduint considerablement la capacitat d'evacuació de l'aire de la cambra, reduint la velocitat de desplaçament de la tija.

En funció de les dimensions i funcions del cilindre es tindrà un tipus d'amortiment:

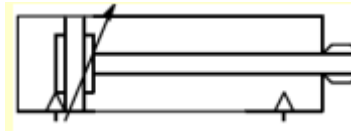
- Els cilindres sense amortiment estan dissenyats per aplicacions de càrregues lleugeres i amb baixa velocitat.



- L'amortiment fixe està destinada a cilindres de petit diàmetre i per treballar amb càrregues lleugeres.



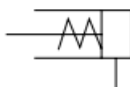
- En els cilindres més grans, l'efecte d'impacte pot ser per un amortidor pneumàtic regulable.



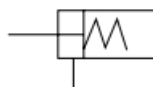
En els catàlegs els valors de força de l'amortiment vindrà donat en una taula en funció dels diàmetres i esforços de les molles, a continuació s'adjunta un retall d'un catàleg de SMC:

Símbolo

Vástago estándar

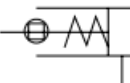


Vástago dentro

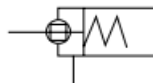


Vástago extendido

Vástago antigiro



Vástago dentro



Vástago extendido

Esfuerzo del muelle (estándar / vástago antigiro)

Vástago dentro

Unidad: N

Diám. (mm)	Carrera estándar (mm)	Esfuerzo de muelle									
		10		25		50		100		150	
		Retraído	Extendido	Retraído	Extendido	Retraído	Extendido	Retraído	Extendido	Retraído	Extendido
8	10, 25, 50	4.41	4.02	4.41	3.43	4.41	2.45	—	—	—	—
10		6.28	5.69	6.28	4.90	6.28	3.53	—	—	—	—
12		7.16	6.57	7.16	5.79	7.16	4.41	—	—	—	—
16	10, 25, 50, 100, 150	13.2	12.1	13.2	10.3	13.2	7.45	13.2	7.45	13.2	7.45
20		21.6	18.6	21.6	16.7	21.6	11.8	39.2	9.81	39.2	9.81
25		27.5	25.3	27.5	22.1	27.5	16.7	47.1	13.7	47.1	15.7

Figura 13 Esforços de la molla

2.1.2.4. CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

El consum d'aire d'un cilindre és el volum d'aire consumit per a un cicle complet, és a dir, avanç i retrocés de la tija. Aquest valor serà proporcional a la pressió de l'aire del sistema, a la carrera del cilindre i a la superfície per banda i banda del pistó, costat plançó i oposat.

Cabal de sortida de la tija

$$Q_s = v \cdot A_1 = v \cdot \frac{\pi \cdot (D_e)^2}{4} \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (3)$$

Cabal a l'entrada de la tija

$$Q_e = v \cdot A_2 = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (D_e^2 - D_t^2)}{4} \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (4)$$



2.1.2.5. CÀLCUL PER LA SELECCIÓ DE L'ACTUADOR ROTATIU

Per dimensionar l'actuador giratori es seguint els passos descrits a continuació:

1. Determinar la força requerida, la distància del braç de l'actuador i la pressió de treball.

Es necessita conèixer els següents valors:

- Força requerida (F)
- Distància del braç de l'actuador (l)
- Pressió de treball (P)

Un cop conegut els valors anteriors es pot calcular el parell requerit T_r , mitjançant la següent equació:

$$T_r = k \cdot F \cdot l \text{ [Nm]} \quad (5)$$

k: factor de càrrega $\begin{cases} k = 2 \text{ quan no hi ha variació de la càrrega} \\ k = 5 \text{ quan hi ha variació de la càrrega} \end{cases}$

2. Calcular el parell de torsió requerit

Càlcul del parell requerit d'acceleració T_a . Primerament s'ha de determinar l'angle i el temps t_θ de rotació. El temps de rotació és el temps requerit per la paleta per a funcionar des del punt d'inèrcia fins el final de la rotació.

Es necessita conèixer els valors anteriorment anomenats:

- Angle de rotació θ (rad)
- Temps de rotació t (s)

Càlcul del moment d'inèrcia

Taula 5 Moment de inèrcia en funció del disseny

Forma	Dibujo	Requisitos	Momento de inercia I (kgcm ²)	Radio de giro	Notas
Disco		Diámetro d (cm) Masa m (kg)	$I = m \cdot \frac{d^2}{8}$	$\frac{d^2}{8}$	
Disco escalonado		Diámetro d ₁ (cm) d ₂ (cm) Porción de masa d ₁ m ₁ (kg) porción d ₂ m ₂ (kg)	$I = m_1 \cdot \frac{d_1^2}{8} + m_2 \cdot \frac{d_2^2}{8}$	-	Cuando la porción d ₂ es mucho más pequeña que la porción d ₁ , el valor de d ₂ es insignificante.
Barra (con centro giratorio en la punta)		Longitud de la barra l (cm) Masa m (kg)	$I = m \cdot \frac{l^2}{3}$	$\frac{l^2}{3}$	Si la proporción de la anchura/ longitud de la barra es superior a 0,3 usar la fórmula para rectángulos.
Paralelepípedo rectangular		Longitud lateral a (cm) b (cm) Distancia entre los centros de gravedad y rotación l (cm) Masa m (kg)	$I = m \left(l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12} \right)$	$l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12}$	
Barra (con centro de rotación en el centro)		Longitud de la barra l (cm) Masa m (kg)	$I = m \cdot \frac{l^2}{12}$	$\frac{l^2}{12}$	Si la proporción de la anchura/ longitud de la barra es superior a 0,3 usar la fórmula para rectángulos.
Paralelepípedo rectangular		Longitud lateral a (cm) b (cm) Masa m (kg)	$I = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$	
Carga concentrada		Forma de la carga concentrada Disco Diámetro del disco d (cm) Longitud del brazo l (cm) Masa de la carga concentrada m ₁ (kg) Masa del brazo m ₂ (kg)	$I = m_1 \cdot l^2 + m_1 \cdot K_1^2 + m_2 \cdot \frac{l^2}{12}$ Caja del disco $K_1^2 = \frac{d^2}{8}$	K ₁ ² : Seleccionar en esta columna más arriba	Cuando m ₂ es mucho más chico que m ₁ , contar con que m ₂ es = 0.

Per aquest cas s'utilitzarà un moment d'inèrcia de la forma de disc:

$$J = m \cdot \frac{d^2}{8} \text{ [Kg} \cdot \text{m}^2\text{]} \quad (6)$$

Pel càlcul de l'acceleració angular s'utilitza la següent expressió:

$$\alpha = \frac{\theta}{t^2} \text{ [rad/s}^2\text{]} \quad (7)$$

On $t = e/v$ [s] és el temps mig de rotació.



Càlcul del parell d'acceleració T_a

$$T_a = 5 \cdot J \cdot \alpha \text{ [Nm]} \quad (8)$$

Càlcul del parell de torsió requerit T_s

$$T_s = T_r + T_a \text{ [Nm]} \quad (9)$$

3. Comparar el par efectiu T_h de l'actuador a la pressió de treball amb el parell requerit T_s . S'ha de seleccionar un actuador amb $T_h > T_s$.

2.2. OLEOHIDRÀULICA

2.2.1. DISSENY DEL SISTEMA HIDRÀULIC DE LA MÀQUINA

El principal motiu d'utilitzar un sistema hidràulic enlloc d'un sistema pneumàtic és per la capacitat de poder desplaçar/aixecar una gran quantitat de pes.[23] [24]

2.2.2. PRINCIPI DE FUNCIONAMENT

El sistema estarà compost per una sèrie d'elements com són la bomba hidràulica, el motor, filtre, els elements anteriors es redueixen a una unitat de potència que conté tot l'anterior comentat, vàlvules, tubs per les connexions, cilindres hidràulics, suports cilíndrics, etc.

El principi de funcionament és molt bàsic, ja que es parteix de la fórmula física $P=F/A$ (pressió és igual a la força entre l'àrea). D'aquí es pot deduir que amb certa força aplicada a una certa àrea, com resultat s'obté una pressió per poder utilitzar-la en una tasca determinada.

2.2.3. COMPONENTS DEL SISTEMA

2.2.3.1. EQUIP HIDRÀULIC

Els equips hidràulics constitueixen una de les formes tecnològiques que actualment s'utilitzen per la transmissió de potència en màquines. Tot equip hidràulic està compost pels següents elements principals:

- Un dipòsit acumulador de fluid hidràulic.
- Una bomba impulsora, que aspirant el fluid des del dipòsit i crea el cabal en el circuit hidràulic.
- Vàlvula de control que permet controlar la direcció del moviment del fluid.
- Actuador hidràulic (o actuadors), que pot ser de simple o doble efecte, sent l'element que transmet la força final.
- Xarxa de conductes pels quals circula el fluid des de la bomba fins als actuadors i retorna al dipòsit acumulador.
- Filtres de neteja del fluid hidràulic.
- Vàlvula d'alleujament, que proporciona una sortida a l'equip en cas de produir-se un augment excessiu de la pressió del fluid dins del circuit.



Figura 14 Esquema equip hidràulic

2.2.3.2. FLUID HIDRÀULIC

Perquè un fluid pugui ser emprat com a líquid del circuit d'un sistema hidràulic, aquest haurà de presentar les següents propietats:

- Ser un fluid incompressible per a un rang ampli de pressions.
- Oferir una bona capacitat de lubricació en metalls i gomes.
- Bona viscositat amb un alt punt d'ebullició i baix punt de congelació (el rang de treball ha d'oscil·lar entre -70°C fins a $+80^{\circ}\text{C}$).
- Presentar un punt d'autoignició superior, almenys als 100°C .
- No ser inflamable.
- Ser químicament inert i no corrosiu.
- Ser un bon dissipador de calor, en funcionar també com a refrigerant del sistema.
- Presentar bones condicions pel que fa a la seva emmagatzematge i manipulació.

Els fluids hidràulics presents al mercat es poden agrupar, en general, en tres grans grups:

- Fluids sintètics de base aquosa.
- Fluids sintètics no aquosos.
- Olis minerals o sintètics.

La forma de denominar als fluids hidràulics està regulada segons la norma DIN 51524 i DIN 51525. Així, els fluids hidràulics seguint aquesta normativa es denominen tots amb la lletra "H" a la qual se li afegeixen altres lletres, per indicar el tipus d'additius o propietats del fluid. En ocasions, a les sigles se'ls hi agrega un número que indica el coeficient de viscositat segons la normativa DIN 51517 (classificació de la viscositat segons ISO). Exemple: HLP 68, que indica:

H: Indica l'oli hidràulic
L: Indica amb additius per protecció anticorrosiva, amb propietats antioxidants
P: Indica que conté additius per millorar la càrrega
68: Codi de viscositat segons la normativa DIN 51517

Per altra banda, la propietat que distingeix un fluid hidràulic d'un altre és el valor de la seva viscositat. La norma DIN 51524 defineix els següents graus de la viscositat cinemàtica, segons la següent taula:

Taula 6 Graus de viscositat ISO

ISO Graus de viscositat	Viscositat cinemàtica (mm ² /s) a 40 °C	
	Mín.	Màx.
ISO VG 10	9,0	11,0
ISO VG 22	19,8	24,2
ISO VG 32	28,8	35,2
ISO VG 46	41,4	50,6
ISO VG 68	61,2	74,8
ISO VG 100	90,0	110,0

La viscositat cinemàtica és el coeficient entre la viscositat absoluta i la densitat del fluid. En el S.I. la seva unitat és el m²/s, mentre que en el sistema C.G.S. la seva unitat és el cm²/s, que es denomina stokes (St).

Per altra banda, la unitat en el S.I. de la viscositat dinàmica o absoluta és el kg/(m·s) o Pa·s. En el sistema C.G.S., la unitat de la viscositat absoluta és g/(cm·s), que es denomina poise (P).

La viscositat de l'oli lubricant s'expressa amb un número SAE, definit per la "Society of Automotive Engineers". Els números SAE estan definits com: 5W, 10W, 20W, 30W, 40W, etc. En la següent taula s'indica la correlació SAE-ISO:

Taula 7 Correlació entre graus de viscositat SAE-ISO

Grados SAE	Grados ISO VG	Áreas de Aplicación
30	100	Instalaciones en áreas cerradas, de difícil refrigeración y altos rangos de temperatura
20, 20W	68	
10W	46	Rangos normales de temperatura
5W	32	
	22	Aplicaciones abiertas, refrigeradas al aire, y maquinaria hidráulica móvil
	15	
	10	Bajas temperaturas

Si la viscositat d'un oli lubricant és molt baixa, hi haurà un excessiu escapament per les juntes. Si la viscositat de l'oli lubricant és molt alta, l'oli tendeix a "enganxar-se" i es necessitarà més força per bombar-lo a través del sistema hidràulic. S'adjunta a continuació una taula amb els rangs permesos de viscositat pels fluids hidràulics:

Taula 8 Rang de valors de viscositat cinemàtica

	Viscositat cinemàtica (mm ² /s)
Límit inferior	10
Rang ideal de viscositat	de 15 a 100
Límit superior	750

2.2.3.3. DIPÒSIT HIDRÀULIC

El dipòsit o també anomenat tanc hidràulic, compleix amb varies funcions:

- A més de funcionar com a dispositiu on es realitza l'ompliment i el buidat del fluid hidràulic, també serveix com a dipòsit pulmó des d'on es realitza l'aspiració per part de la bomba.
- Serveix també com a element dissipador de calor a través de les parets del tanc, refrigerant així l'oli contingut en el seu interior. D'aquesta forma, és necessari que l'oli tingui un temps de residència mínim en l'interior del tanc d'almenys 1 o 2 minuts. Així en funció del caudal de la bomba, es podria dissenyar el volum del tanc. Per exemple, en una bomba d'un cabal de 10 L/min, faria falta un tanc amb capacitat d'almenys 20 L.
- En servir com a dipòsit de recés de l'oli, s'utilitza també per a deposició en el fons de partícules i contaminants que es puguin arrossegar del circuit hidràulic, evitant-se així que tornin a recircular.

- A més, per augmentar el temps de residència de l'oli al tanc, es col·loca en l'interior uns deflectors que serveixen per dirigir la circulació de l'oli per l'interior del tanc.



Figura 15 Components del tanc hidràulic

Per un circuit hidràulic es poden fabricar dos tipus de tancs: pressuritzats i ventilats.

- Els pressuritzats estan segellats, evitant-se així que penetri la brutícia i la humitat al seu interior. La pressió interna que es genera a mesura que s'escalfa el fluid hidràulic també serveix per empènyer l'oli cap a la bomba, evitant que es produeixi la cavitació de la mateixa. No obstant això, com a mesura de seguretat s'ha d'instal·lar una vàlvula hidràulica d'alluejament, que s'utilitza per evitar que es pugui arribar a un excés de pressió a mesura que l'oli s'escalfa, i que pogués excedir la seguretat del tanc.
- Els ventilats estan oberts a l'atmosfera, permetent que hi hagi compensació de pressió quan es produeixin canvis en els nivells o en la temperatura de l'oli, i no necessitin vàlvula d'alluejament.

A continuació, s'adjunta la simbologia ISO dels tancs hidràulics segons el tipus:

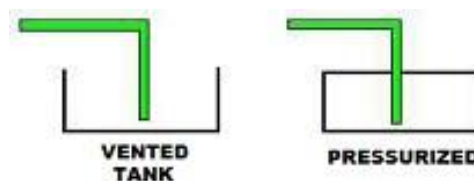


Figura 16 Esquema de representació del tanc hidràulic

2.2.3.4. FILTRES

La filtració del fluid hidràulic és necessària per evitar que la brutícia produïda pel funcionament normal del sistema acabi afectant als elements sensibles de la instal·lació, com poden ser vàlvules o la pròpia bomba hidràulica.

En la següent taula es recullen els diferents graus de filtració exigits, segons l'aplicació del sistema hidràulic:

Taula 9 Graus de filtració i aplicació

Graus de Filtració, en μm	Tipus de Sistema Hidràulic
1-2	Per impureses fines en sistemes altament sensibles amb gran fiabilitat, preferentment en aviació i laboratoris.
2-5	Per sistemes de comandament i control sensibles i d'alta pressió, amb aplicacions freqüents en l'aviació, robots industrials i màquines.
5-10	Per sistemes hidràulics d'alta qualitat i fiabilitat, amb previsible llarga vida útil dels seus components.
10-20	Per hidràulica general i sistemes hidràulics mòbils, que manegen pressions mitjanes i dimensions mitjanes.
15-25	Per sistemes de baixa pressió en la indústria pesada o per a sistemes de vida útil limitada.
20-40	Per sistemes de baixa pressió amb toleràncies grans.

Qualsevol filtre estarà compost d'una carcassa exterior que contindrà en l'interior el material filtrant. Addicionalment, disposarà d'una vàlvula de by-pass, tipus antiretorn, que s'obrirà quan el material filtrant estigui vessat, de manera que permeti un by-pass o pas del fluid hidràulic evitant així que el circuit es col·lapsi per culpa de l'embús en el filtre.

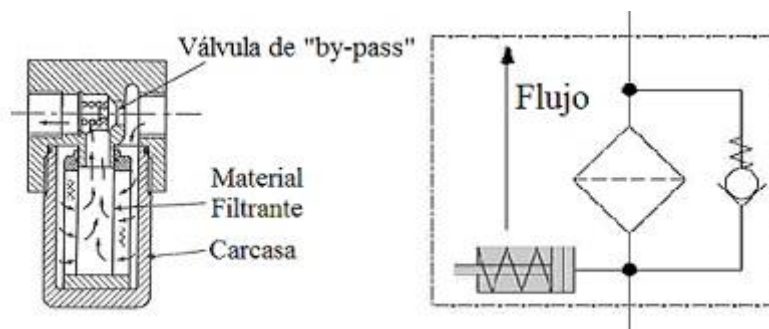


Figura 17 Esquema i símbol del filtre hidràulic

A continuació s'inclou una taula on s'indica els graus de filtració i la posició recomanada per a situar el filtre segons el tipus de component o element hidràulic considerat:

Taula 10 Graus de filtració i posició recomanada pels filtres

Element hidràulic	Posició recomanada del filtre	Gra de filtració, en μm
Bomba de èmbols axials	Línia de retorn i/o línia de pressió	≤ 25
	Línia de baixa pressió	≤ 25
Bombes d'engranatges i èmbols radials	Línia de retorn	≤ 63
Vàlvules distribuïdores, de pressió, de caudal i tancament; cilindres	Línia d'aspiració	≤ 63
Motors hidràulics	Línia de retorn	≤ 25

2.2.3.5. BOMBA HIDRÀULICA

La bomba hidràulica és el component que genera el flux dins del circuit hidràulic, i està definida pel cabal que és capaç de generar (litres per minut). Hi ha dos grans grups de bombes: rotatives i alternatives.

a) Bombes Rotatives:

Dins de la família de bombes rotatives, es troben els següents tipus:

- Bomba d'engranatges: Les bombes d'engranatges són compactes, relativament econòmiques i tenen poques peces mòbils, tenint un bon rendiment.

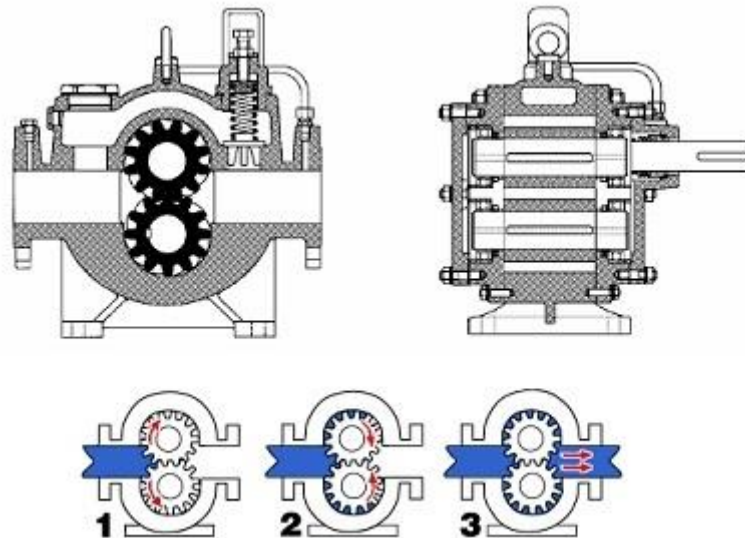


Figura 18 Bomba d'engranatges i principi de funcionament

La cilindrada (V) d'una bomba d'engranatges s'obté a partir de la següent expressió:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (D_e^2 - D_i^2) \cdot A \rightarrow \begin{cases} D_e^2 \text{ i } D_i^2: \text{Diàmetres de punta i base de la dent} \\ A: \text{Ample de la carcassa de la bomba} \end{cases} \quad (10)$$

- Bombes lobulars: són bastant semblants a les d'engranatges, però amb un nombre de dents menor i amb rangs de funcionament menors.



Figura 19 Bomba hidràulica de tipus lobular

- Bombes de paletes: bàsicament consten d'un rotor, paletes lliscants i una carcassa. Es divideixen en dos grans tipus: compensades i no compensades.

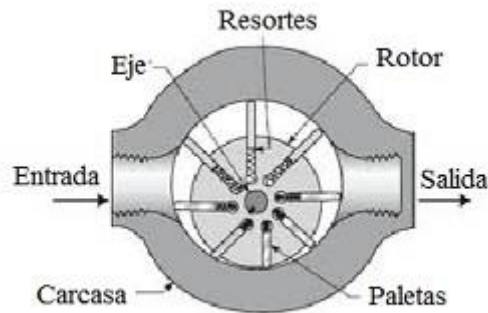


Figura 20 Esquema d'una bomba de paletes

b) Bombes hidràuliques alternatives:

- Bombes d'èmbols o pistons: en aquest tipus de bombes es converteix el moviment giratori d'entrada d'un eix en un moviment de sortida axial de pistó. Són un tipus de bombes de construcció molt robusta i adequades per a pressions i cabals elevats.

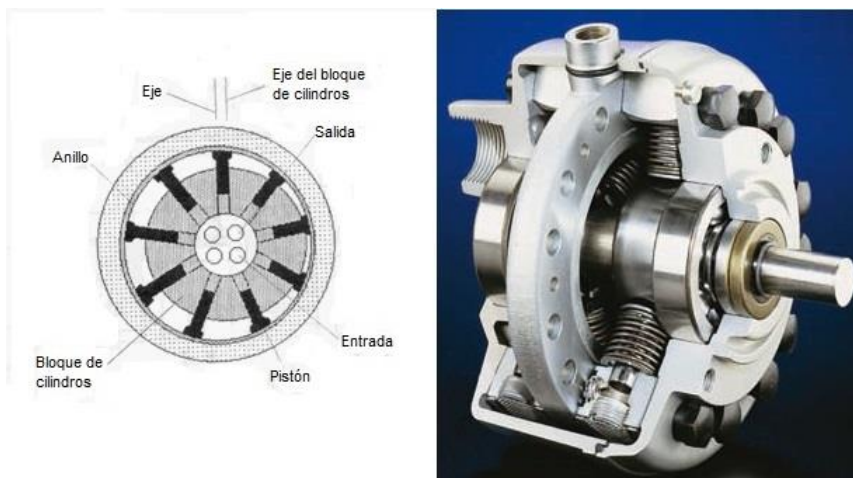


Figura 21 Bomba de pistons radials

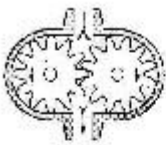

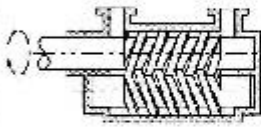

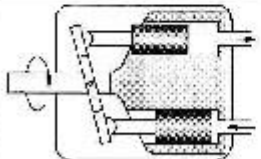
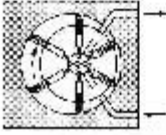
El càlcul de la cilindrada (V) d'una bomba de pistons radials s'obté a partir de la següent expressió:

$$V = \frac{\pi}{2} \cdot e \cdot D^2 \cdot Z \rightarrow \begin{cases} e: \text{Excentricitat} \\ D: \text{Diàmetre} \\ Z: \text{Número de pistons} \end{cases} \quad (11)$$

- Bombes de diafragma: en aquest tipus de bombes el flux s'aconsegueix per l'empenta d'unes parets elàstiques, de membrana o diafragma, que varia el volum de la càmera, augmentant-lo i disminuint-lo alternativament.

En la següent taula es resumeixen els diferents rangs de treball d'alguns dels tipus de bombes hidràuliques més utilitzades:

Taula 11 Rangs de treball per les bombes hidràuliques

	Tipo de bomba	Margen de revolucions r.p.m.	Volumen de expulsión (l/m ³)	Presión nominal (MPa)	Rendimiento
	Bomba de engranajes externos	500 - 3500	1,2 - 250	63 - 160	0,8 - 0,91
	Bomba de engranajes internos	500 - 3500	4 - 250	160 - 250	0,8 - 0,91
	Bomba helicoidal	500 - 4000	1 - 630	25 - 160	0,7 - 0,84
	Bomba de aletas celulares	960 - 3000	5 - 160	100 - 160	0,8 - 0,93
	Bombas de émbolos axiales	1000 - 3000	100	200	0,8 - 0,92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 250	0,82 - 0,92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 320	0,8 - 0,92
	Bombas de émbolos radiales	960 - 3000	5 - 160	160 - 320	0,90

2.2.3.6. CILINDRE ACTUADOR

El cilindre actuator és l'element final que transmet l'energia mecànica a la càrrega que es desitja moure. Tot i que hi ha actuadors de tipus rotatiu, els més coneguts són els cilindres lineals.

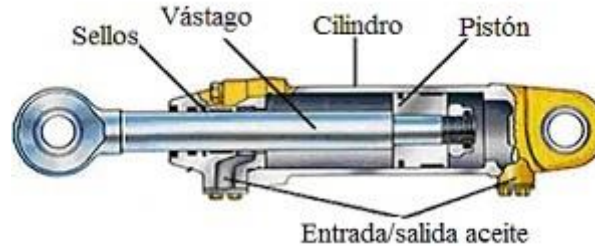


Figura 22 Parts del cilindre hidràulic

Els cilindres lineals poden ser de simple o de doble efecte. En els cilindres de simple efecte l'oli entra només per un costat de l'èmbol, on només es pot transmetre l'esforç en un sentit. El retrocés s'aconsegueix o bé pel propi pes del cilindre, bé per l'acció d'una molla o per una força exterior. Pel contrari, en els cilindres de doble efecte, l'oli pot entrar en els dos costats de l'èmbol, on pot transmetre l'esforç en els dos sentits de moviment.

Un dels aspectes a tindre en compte en el disseny d'un cilindre hidràulic és com realitzar l'amortiment o la frenada del moviment de la tija, quan aquesta s'apropa al final de la carrera, evitant així que es produeixin impactes entre el pistó interior i la tapa del cilindre.

Els cilindres hidràulics disposen d'un pivot amortidor que paulatinament redueix la sortida de l'oli fins que, poc abans d'arribar al final de carrera, tanca totalment el pas del cabal de la sortida de l'oli, "bypassant" el flux mitjançant una vàlvula d'estrangulament per on s'evacua la resta de l'oli. D'aquesta manera es va reduint progressivament la velocitat del cilindre i el pistó s'aconsegueix frenar suaument.

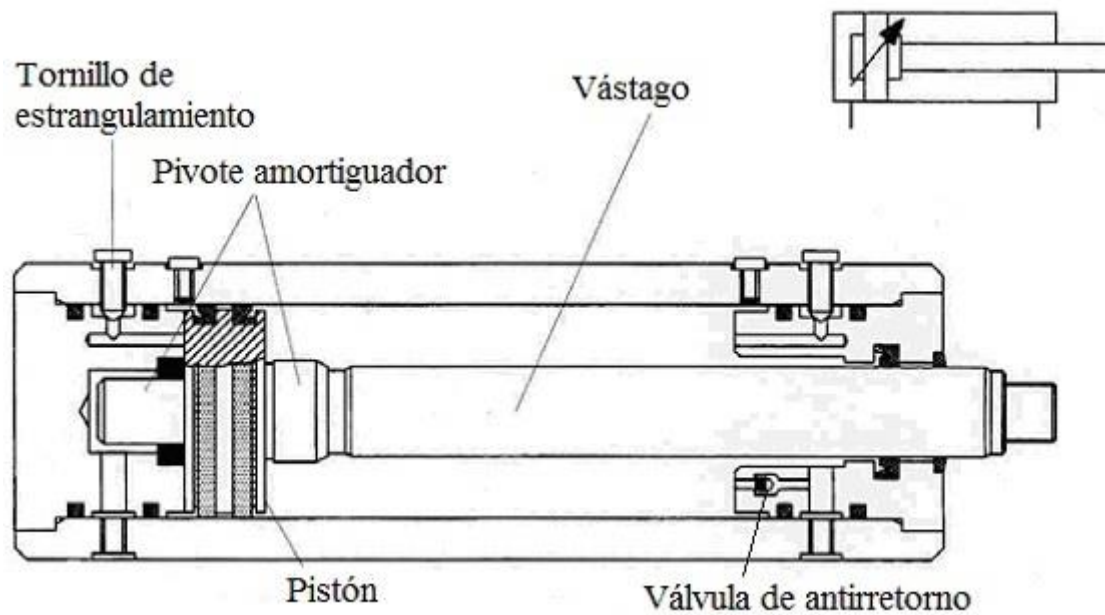


Figura 23 Amortiment del cilindre al final de carrera

La tija, com a qualsevol peça esvelta sotmesa a esforços de compressió, corre el risc de sofrir el fenomen de vinclament (tal i com s'ha comentat en el càlcul pneumàtic). Per tindre en compte aquest tipus d'inestabilitat, el càlcul del diàmetre de la tija es realitza aplicant la Teoria de Euler, tal i com s'ha exposat en l'apartat 2.1.2.2 de la part pneumàtica.

2.2.3.7. TUBERIES HIDRÀULIQUES

Per la conducció del flux hidràulic s'utilitzen tant canonades rígides d'acer sense soldadura, com mànegues flexibles, evitant-se en tot moment utilitzar elements galvanitzats, donat que el zinc present pot ser molt reactiu amb certs additius presents en els fluids hidràulics[26.]

Taula 12 Tubs d'acer sense soldadura per a circuits hidràulics

TUBOS SIN SOLDADURA

De acero de alta calidad (por colada calmada), material St 35.4,
según DIN 2391/C, recocido brillante de normalizado (NBK), estirado en frío, sin soldadura.

Diám. ext. mm	Espesor de pared mm	Diám. int. mm	Presión de cálculo ¹⁾	Peso en kg/m	Diám. ext. mm	Espesor de pared mm	Diám. int. mm	Presión de cálculo	Peso en kg/m
4	0.5	3	313	0.043	20	1.5	17	212	0.684
4	0.75	2.5	409	0.063	20	2	16	282	0.888
4	1	2	522	0.074	20	2.5	15	353	1.079
5	0.75	3.5	376	0.083	20	3	14	373	1.258
5	1	3	432	0.099	20	3.5	13	426	1.424
6	0.75	4.5	333	0.103	20	4	12	478	1.578
6	1	4	389	0.123	22	1	20	128	0.518
6	1.5	3	549	0.166	22	1.5	19	192	0.758
6	2	2	692	0.197	22	2	18	256	0.986
6	2.25	1.5	757	0.208	22	2.5	17	320	1.202
8	1	6	333	0.173	22	3	16	385	1.406
8	1.5	5	431	0.240	25	2	21	226	1.134
8	2	4	549	0.296	25	2.5	20	282	1.387
8	2.5	3	658	0.339	25	3	19	338	1.628
10	1	8	282	0.222	25	4	17	394	2.072
10	1.5	7	373	0.314	25	4.5	16	437	2.275
10	2	6	478	0.395	25	5	15	478	2.466
10	2.5	5	576	0.462	28	1.5	25	151	0.980
10	3	4	666	0.518	28	2	24	201	1.282
12	1	10	235	0.271	28	2.5	23	252	1.572
12	1.5	9	353	0.388	28	3	22	302	1.850
12	2	8	409	0.493	28	4	20	403	2.368
12	2.5	7	495	0.586	28	5	18	434	2.836
12	3	6	576	0.666	30	2	26	188	1.381
12	3.5	5	651	0.734	30	2.5	25	235	1.695
14	1	12	201	0.321	30	3	24	282	1.998
14	1.5	11	302	0.462	30	4	22	376	2.565
14	2	10	403	0.592	30	5	20	409	3.083
14	2.5	9	434	0.709	35	2	31	161	1.628
14	3	8	507	0.814	35	2.5	30	201	2.004
14	3.5	7	576	0.906	35	3	29	242	2.367
14	4	6	641	0.986	35	4	27	322	3.058
15	1	13	188	0.345	35	5	25	403	3.699
15	1.5	12	282	0.499	35	6	23	419	4.291
15	2	11	376	0.641	38	2.5	33	186	2.189
15	2.5	10	409	0.771	38	3	32	223	2.589
15	3	9	478	0.888	38	4	30	297	3.354
16	1	14	176	0.370	38	5	28	371	4.069
16	1.5	13	264	0.536	38	6	26	390	4.735
16	2	12	353	0.691	38	7	24	446	5.352
16	2.5	11	386	0.832	42	2	38	134	1.973
16	3	10	452	0.962	42	3	36	201	2.885
18	1	16	157	0.419	42	4	34	269	3.749
18	1.5	15	235	0.610	50	6	38	338	6.511
18	2	14	313	0.789	50	9	32	437	9.100
18	2.5	13	392	0.956	65	8	49	347	11.246
18	3	12	409	1.110	80	10	60	353	17.263

Per aplicacions mòbils i de distàncies curtes, s'acostuma a utilitzar mànegues flexibles com la que es mostra en la figura següent:

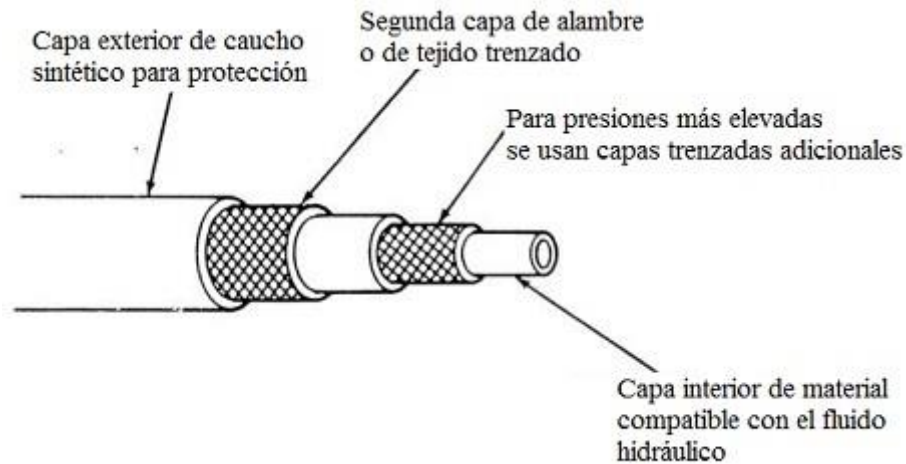


Figura 24 Mànega flexible per aplicacions hidràuliques

En el cas de mànegues flexibles, en el seu càlcul s'ha de tindre en compte un factor de seguretat F_s , en funció de la pressió de servei o de funcionament a la que treballa la mànega.

Taula 13 Factor de seguretat en mànegues flexibles, F_s

Factor de Seguretat en mànegues flexibles, F_s	
Pressió de servei, en bars	F_s
De 0-70	8
De 70-175	6
> 175	4

2.2.3.7. VÀLVULES

Les vàlvules, com elements de regulació, de control i comandament de la circulació del fluid hidràulic per l'interior del circuit, pot ser de diversos tipus: vàlvules controladores de pressió, de cabal, vàlvules direccionals o distribuïdores, vàlvules de bloqueig o vàlvules de tancament.

- Les vàlvules de pressió actuen quan la pressió del fluid en l'interior del circuit aconsegueix un cert valor. Les vàlvules de pressió, segons la seva funció es poden classificar en:

- Vàlvules de seguretat: protegeixen el circuit de sobrepressions.

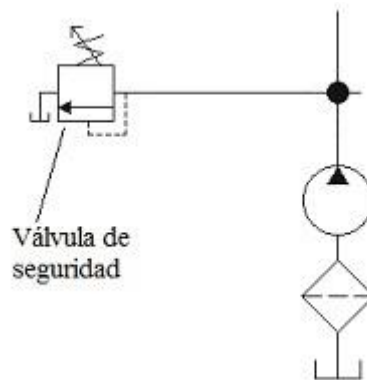


Figura 25 Posició de la vàlvula de seguretat

- Vàlvules de compensació de càrrega: s'utilitzen per mantenir una pressió mínima aigües amunt, evitant-se així que augmenti la velocitat per absència d'una resistència en el circuit.

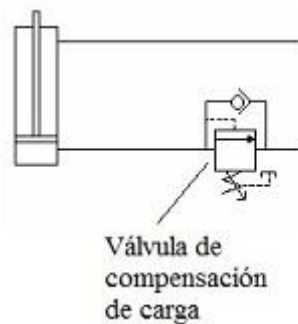


Figura 26 Posició de la vàlvula de compensació

- Vàlvules de cabal que limiten el cabal màxim que circula pel circuit, derivant l'excés de cabal al tanc de retorn.
- Vàlvules direccionals que distribueixen el flux dins del circuit hidràulic. N'hi ha de dos tipus:
 - Vàlvules antiretorn: permeten el pas del fluid en un sentit i ho impedeixen en el sentit contrari.

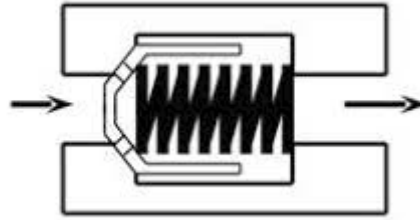


Figura 27 Vàlvula antiretorn

- Vàlvules distribuïdores: permeten la distribució del cabal.

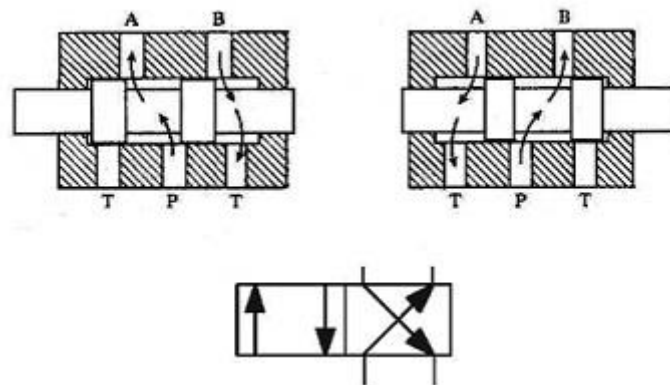


Figura 28 Vàlvula distribuïdora de 4 vies i 2 posicions



2.3. ELECTROPNEUMÀTICA I ELECTROHIDRÀULICA

2.3.1. ELECTROPNEUMÀTICA

La pneumàtica bàsica o pura, produeix la força mitjançant els actuadors o motors pneumàtics, lineals o rotatius, però a més el govern d'aquests i la introducció de senyals, finals de carrera, sensors i captadors, s'efectua mitjançant vàlvules exclusivament pneumàtiques, és a dir el comandament, la regulació i l'automatització es realitza de manera totalment pneumàtica [33].

Doncs bé, aquesta manera de procedir es reserva a circuits pneumàtics molt senzills i a casos en què, per qüestions de seguretat, no es poden admetre elements elèctrics.

A la electropneumàtica els actuadors segueixen sent pneumàtics, els mateixos que en la pneumàtica bàsica, però les vàlvules de govern comandades pneumàticament són substituïdes per electrovàlvules activades amb electroimants en lloc de pilotades amb aire comprimit.

Les electrovàlvules són convertidors electropneumàtics que transformen un senyal elèctric en una actuació pneumàtica. D'altra banda els sensors, caps de carrera i captadors d'informació són elements elèctrics, de manera que la regulació i l'automatització són, per tant, elèctriques o electròniques.

2.3.2. ELECTROHIDRÀULICA

La hidràulica transfereix energia i controla els moviments de la màquina transmetent un flux d'oli mineral o fluid sintètic: grans forces i elevades potències poden ser aplicades de manera segura a cada ambient de treball [34].

La electrohidràulica afegeix a la particularitat de la hidràulica les grans avantatges dels controls oferts per l'electrònica, obtenint així moviments ràpids, suaus i precisos.

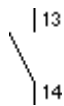
La força hidràulica, no només pot ser controlada per mitjans mecànics sinó que també per sistemes elèctrics i electrònics que permeten un ús eficaç i precís dels seus moviments, és per això que la electrohidràulica pren una preponderància enfront dels sistemes automatitzats.

2.3.3. COMPONENTS

2.3.3.1. ENTRADES DE SENYAL

Aquests elements tenen la funció d'introduir els senyals elèctrics procedents de diferents punts amb diferents tipus i temps d'accionament. Quan el control de tals elements succeeix per la unió de contactes elèctrics, es parla de comandament per contacte, en cas contrari de comandament sense contacte o electrònic. Pel que fa a la funció es distingeix entre els de contacte de tancament, d'obertura i de commutació. El contacte de tancament té la funció de tancar un circuit, el d'obertura ha d'obrir-lo i el de commutació obre i tanca dos circuits respectivament.

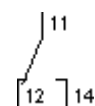
Contacte de tancament



Contacte d'obertura



Contacte de commutació



El contacte de commutació és un assemblatge constructiu de contacte de tancament i d'obertura. Tots dos contactes tenen un element mòbil de connexió. Aquest element de connexió, en posició de repòs té contacte sempre només amb una connexió.

L'accionament d'aquests elements pot tenir lloc manual o mecànicament o bé per comandament a distància, amb energia de comandament elèctrica o pneumàtica.

La introducció del senyal pot fer-se amb polsador o amb interruptor.

2.3.3.2. FINALS DE CARRERA

Quan un plançó d'un cilindre o bé una determinada peça moguda per ell arriben a una determinada posició, normalment la seva fi de carrera, anterior o posterior, activen freqüentment un element denominat final de carrera, que al seu torn actuarà sobre un altre element. Aquests finals de carrera poden activar-se per contacte mitjançant una actuació mecànica o bé sense contacte amb altres mitjans.

En l'elecció de tals elements introductors de senyals cal atendre especialment la sol·licitació mecànica, la seguretat de contacte i l'exactitud del punt de commutació.

En la seva execució normal aquests interruptors de final de carrera són commutadors. En execució especial són possibles altres combinacions de connexió.

Els finals de carrera es distingeixen també segons la introducció de contactes: contacte lent o contacte ràpid. En el contacte lent, la velocitat d'obertura o tancament dels contactes és idèntica

a la de l'accionament del polsador (apropiat per a baixes velocitats d'accés). En el contacte ràpid no té importància la velocitat d'accés, ja que en un punt molt determinat, el commutat té lloc bruscament. Per al muntatge i l'accionament dels finals de carrera cal fixar-se en les indicacions del fabricant.

2.3.3.3. RELÉS

Abans s'utilitzava el relé principalment com a amplificador a la telecomunicació. Avui dia es recorre als relés per a funcions de comandament o regulació en màquines i instal·lacions.

A la pràctica els relés satisfan determinades exigències, com:

- Fàcil manteniment.
- Alta freqüència de connexions.
- Connexió tant d'intensitats i tensions molt petites, com també de relativament altes.
- Alta velocitat funcional, és a dir temps de commutació curts.

Els relés són elements que connecten i manen amb un cost energètic relativament baix; s'apliquen preferentment al processament de senyals. El relé es pot veure com un interruptor accionat electromagnèticament, per a determinades potències de ruptura.

A la pràctica hi ha múltiples i diferents tipus de relés, però el principi de funcionament és idèntic en tots els casos.

A la pràctica s'utilitzen símbols per als relés, per facilitar mitjançant una representació senzilla la lectura d'esquemes de circuits.

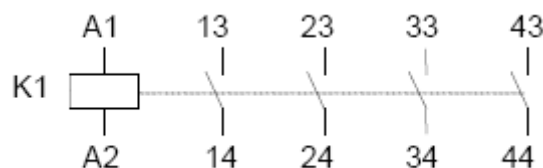


Figura 29 Representació esquema elèctric 1

El relé s'anomena K1, sent les seves connexions A1 i A2. El relé esquematitzat té 4 contactes de tancament (NO). La primera xifra és una numeració contínua dels contactes 1, 2, 3, etc. La segona xifra és sempre 3 i 4, indica que es tracta d'un contacte de tancament.

El següent esquema es tracta d'un relé també amb 4 contactes, però aquesta vegada d'obertura (NC). També aquí s'efectua la numeració contínua de la primera xifra, la segona 1 i 2 indica que es tracta de contactes d'obertura.

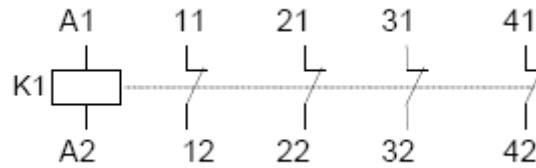


Figura 30 Representació esquema elèctric 2

2.3.3.4. ELECTROVÀLVULES

Les vàlvules direccionals maniobrades mecànicament o pneumàticament es substitueixen a la electropneumàtica per electrovàlvules.

La diferència que hi ha entre les vàlvules direccionals que podríem anomenar convencionals, i les electrovàlvules es limita exclusivament a la seva forma de maniobra. Els tipus de vàlvules direccionals, de seient i corredisses, així com els seus detalls constructius interns i les seves característiques són totalment anàlegs en els dos casos.

Les electrovàlvules reuneixen els avantatges de l'electricitat i de la pneumàtica i poden ser considerades convertidors electropneumàtics. Consten d'una vàlvula pneumàtica com a mitjà de generar un senyal de sortida, i d'un accionament elèctric denominat solenoide. L'aplicació d'un corrent al solenoide genera una força electromagnètica que mou l'armadura connectada a la lleva de la vàlvula.

Les electrovàlvules poden ser monoestables o biestables. Les primeres tenen una sola bobina també anomenada solenoide, i es reposicionen automàticament mitjançant ressort en el moment en què es deixa d'actuar elèctricament sobre el solenoide. Les electrovàlvules biestables disposen dues bobines, una a cada costat; quan es deixa d'actuar sobre una d'elles la vàlvula queda en la mateixa posició, sent necessària l'actuació sobre la bobina contrària perquè la vàlvula s'inverteixi.

3. PLANTEJAMENT DE LA RESOLUCIÓ

En aquest apartat s'exposaran i es definiran els ingredients base que es necessitaran en l'estudi per realitzar el càlcul tant en la part pneumàtica com en l'oleohidràulica.

3.1. ESTUDI DE LA SEQÜÈNCIA A REALITZAR

Per resoldre l'estudi es planteja i es defineixen els actuadors que intervenen en el procés explicat en el primer apartat:

- **Moviment Topall:** Cilindre A
- **Actuador cinta transportadora:** Actuador de gir B
- **Moviment Subjecció:** Cilindre C
- **Moviment Trepant:** Cilindre D, E
- **Moviment Serra:** Cilindre F
- **Moviment Empènyer fusta:** Cilindre G

Un cop s'ha definit i assignat una lletra a cadascun dels actuadors que intervenen en el procés, es realitza un grafcet on es valoren totes les possibilitats d'evolució de l'automatisme, les possibles transicions que es poden complir i com han d'actuar. A més, també es realitza un esquema de les etapes, el qual juntament amb el grafcet, indiquen el camí a seguir saltant d'etapa a etapa quan es compleixin les transicions.

Esquema Etapes:

A+		
B+		
B-		
C+		
D+	E+	
D-	E-	
F+		
A-	C-	F-
G+		
G-		

Per realitzar la connexió de les memòries s'utilitzarà el mètode en cascada. El mètode cascada és una tècnica utilitzada en enginyeria per a desenvolupar seqüències de moviment en un o varis cilindres, amb la finalitat d'automatitzar petits processos.

És un sistema senzill per a la resolució sobretot de circuits seqüencials, en els quals, es repeteixen estats. El mètode consta d'una sèrie de passos que s'han de seguir sistemàticament:

- **Definir la seqüència:** Lògicament, d'acord amb el funcionament que es desitja del sistema. Si es vol un avanç del cilindre A, un avanç del cilindre B i un retrocés simultani de tots dos, la seqüència quedaria de la següent manera: A + B + (A- B-).
- **Determinar els grups:** Tenint en compte que en un mateix grup no pot repetir-se la mateixa lletra i que si en l'últim grup hi ha una o més lletres que no són al primer grup, passarien a aquest, davant de la primera lletra de la seqüència.
- Posar tantes línies de pressió com grups hi ha a la seqüència i tantes vàlvules distribuïdores de línia, com grups menys un.
- Es basa en crear un dispositiu de comandament que tingui tantes sortides com fases a desenvolupar en la seqüència, entenent com a fase un grup de lletres de la seqüència en les que no es repeteixi cap.
- Per a cada un d'ells s'utilitzarà vàlvules de memòria 4/2 o 5/2. Així amb una vàlvula obtenim un dispositiu de 2 sortides. Si a la via de pressió connectem una altra vàlvula, obtindrem un dispositiu de 3 sortides. Afegint vàlvules anirem incrementant el nombre de sortides successivament. No obstant això, per a més de quatre sortides no és aconsellable aquest mètode ja que el dispositiu de comandament resulta molt lent en disposar d'una única presa de pressió.
- Escriure correctament la seqüència. Quan no hi ha problemes de simultaneïtat de senyals no resulta econòmic, ja que requereix la utilització de més vàlvules.

Seguidament s'exposa la connexió de memòries en cascada, el disseny de l'esquema mitjançant connexió en cascada i els diferents grups pels quals estarà compost el circuit.

Connexió de memòries en cascada

Nombre de memòries = Nombres de grups -1

1	2	3	4	5
A+ B+	B- C+ D+ E+	D- E- F+	A- C- F- G+	G-
a1 b1	b0 c1 d1 e1	d0 e0 f1	a0 c0 f0 g1	g0

Disseny de l'esquema mitjançant connexió en cascada

- Cilindre A: Finals de carrera a0 i a1
- Motor B: Final de carrera b1
- Cilindre C: Finals de carrera c0 i c1
- Cilindre D: Finals de carrera d0 i d1
- Cilindre E: Finals de carrera e0 i e1
- Cilindre F: Final de carrera f1
- Cilindre G: Finals de carrera g0 i g1

Grups

G1: A+ B+

G2: B- C+ D+/ E+

G3: D-/E- F+

G4: A-/C-/F- G+

G5: G-

3.2. CARACTERÍSTIQUES DEL PRODUCTE A FABRICAR

Un altre punt que afecta a la resolució del procés, és el producte final que es vol aconseguir. Com ja s'ha exposat en els primers apartats, es vol aconseguir una falca per disposar-hi els enganxalls dels trens. El producte inicial serà un llistó de roure, el qual mitjançant el procés automatitzat mitjançant la pneumàtica i l'oleohidràulica, s'obtidran 4 peces. Les característiques del producte inicial i final són les següents [3][4]:

- Primerament suposarem el pes de partida de la peça i de cada peça individual després del tall.
- Llistons de fusta de 3x0,25x0,25 m
- Densitat fusta de roure $\rightarrow \rho = 730 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 0,73 \text{ kg/dm}^3$
- Secció de la peça $\rightarrow S = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ m}^2 = 90000 \text{ mm}^2$
- Volum de la peça $\rightarrow V = S \cdot L = 90000 \cdot 3000 = 27 \cdot 10^7 \text{ mm}^3 = 0,27 \text{ m}^3$
- Pes de la peça $\rightarrow P = V \cdot \rho = 0,27 \cdot 730 = 197,1 \text{ Kg} \rightarrow P = 197,1 \cdot 9,8 = 1931,58 \text{ N}$
- Per facilitar el càlcul, i des del punt de vista de seguretat, es suposarà un pes de la peça de 200 kg $\rightarrow 1950 \text{ N}$.

- Es vol fabricar dos peces de 0,5 m de longitud i dos peces de 1m. Per tant, s'obtindrà un total de 4 peces, amb dos peces d'una massa de 33,33 Kg i dos peces amb una massa de 66,66 Kg.

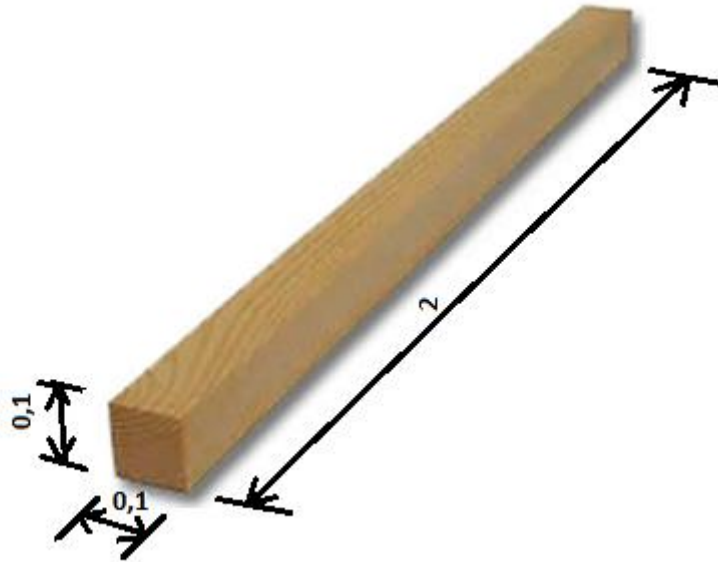
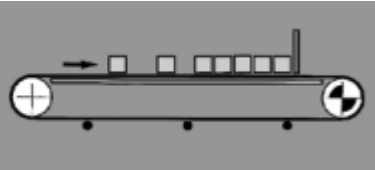


Figura 31 Sketch llistó de fusta

3.3. CÀLCUL I DIMENSIONAMENT DE LA CINTA TRANSPORTADORA

En aquest apartat es detallarà la realització del càlcul i dimensionament de la cinta transportadora, es realitzarà mitjançant “Folleto nº 304-4: Cálculo de la banda transportadora” de l’empresa Forbo Siegling [6].

Es selecciona una cinta formada per un corró motriu, un corró volant i tres tensors. Seguidament s’exposaran les fórmules i els valors necessaries pel càlcul i dimensionament de la cinta.

$$F_u = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m \quad [\text{N}]$$

(12)

$$\text{On } \left\{ \begin{array}{l} m: \text{massa de la mercaderia transportada (kg)} \\ m_R: \text{massa de tots els tambors, excepte el motriu (kg)} \\ m_B: \text{massa de la banda (kg)} \\ \mu_T: \text{coeficient de fricció per marxa sobre taula} \\ \mu_R: \text{coeficient de fricció per marxa sobre corró} \\ \mu_{ST}: \text{coeficient de fricció per acumulació} \\ F_u: \text{força tangencial} \end{array} \right.$$

Una de les incògnites de l’equació anterior és la massa de la banda, m_B . Per la cinta transportadora s’escolleix una banda estreta, de polièster JEPUFLEX PLUS, el qual té una àmplia àrea d’aplicació sobretot en fustes durs. Jepuflex funciona suaument, posseix un fort aglutinant i és resistent a la humitat. El seu fort paper antiestàtic proporciona bandes amples, segures i dimensionalment exactes. El seu aglutinant únicament de resina i gra d’òxid d’alumini garanteixen una gran durabilitat del producte. Les dimensions de la banda seran de 500x6000x10mm, degut a les dimensions de la peça que ha de transportar i que aquesta es pugui transportar ben centrada a la banda i amb espais suficients a cada costat de la mateixa, el qual facilitarà les operacions que es realitzaran a la peça. A continuació s’adjunten les característiques [7]:

	Precio
	25.92 EUR / 1
	Código Mirka
	384DO00110OU
	Nombre del producto
	JEPUFLEX PLUS 500x6000mm P100
	Tipo de Banda
	Banda estrecha
	10
	Ancho
	500
	Largo
	6000

Figura 32 Característiques banda seleccionada

Taula 14 Taula pesos orientatius bandes

PESO ORIENTATIVO (G) DE		
Ancho de banda	Peso (Kgr/m)	Espesor total
400	4	10
500	5	
650	6,5	
800	8,5	10
1.000	13	11
1.200	15,5	
1.400	18	
1.600	25	13
1.800	30	14
2.000	33	

G=Peso de la banda (Kg/m)

Seguidament es càlcula la massa de la banda en kg:

$$m_B = (\text{Pes lineal}) \cdot \text{longitud} = 5 \cdot (6 + (0,108/2) \cdot 2) = 30,54 \text{ kg} \quad (13)$$

on el pes lineal de la banda és 5 kg/m (Taula 14), mentre que la longitud de la banda ve determinada per les dos longituds dels semiradis dels rodets $(0,108/2) \cdot 2$ i per les dos longituds que connecten els mateixos $(6 \cdot 2)$.

Un cop calculada la massa de la banda es dimensionaran els corròs mitjançant la informació tècnica proporcionada en la guia de rodillos del grup empresarial ULMA [8].

Primerament, s'escollirà el tipus de rodillo que es vol utilitzar. Per aquest cas s'ha escollit un rodillo de retorn pla:

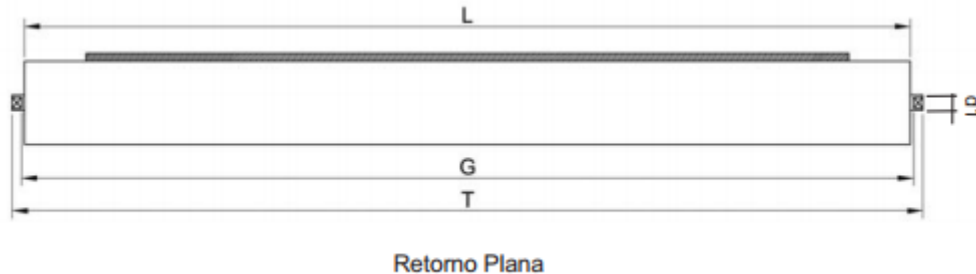


Figura 33 Corró de retorn pla

Seguidament, mitjançant les dimensions de la banda i el tipus de corró s'obten les dimensions del rodillo a partir de la taula següent:

Taula 15 Dimensions corròs segons DIN 15207

Dimensiones según DIN 15207

Ancho de banda	3 Rollers				2 Rollers				1 Roller			
	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T
400	160	168	186	192	250	258	276	282	500	508	526	532
500	200	208	226	232	315	323	341	347	600	608	626	632
650	250	258	276	282	380	388	406	412	750	758	776	782
800	315	323	341	347	465	473	491	497	950	958	976	982
1000	380	388	406	412	600	608	626	632	1150	1158	1176	1182
1200	465	473	491	497	700	708	726	732	1400	1408	1426	1432
1400	530	538	556	562	800	808	826	832	1600	1608	1626	1632
1600	600	608	626	632	900	908	926	932	1800	1808	1826	1832
1800	670	678	696	702	1000	1008	1026	1032	2000	2008	2026	2032
2000	750	758	776	782	1100	1108	1126	1132	2200	2208	2226	2232
2200	800	808	826	832					2400	2408	2426	2432

Segons l'ample de banda seleccionat de 500 mm, el qual s'ha escollit en funció de les dimensions de les peces a transportar, aquest correspon segons la taula 15 a una longitud de corró de 200 mm. Per altra banda s'escollirà un diàmetre d'eix de 20 mm, al qual li correspon una distància entre extrems d'eix de 226 mm. Un cop s'ha escollit la longitud del corró, el següent pas és conèixer el pes del corró en funció de les seves característiques, el qual ve donat per la següent taula:

Taula 16 Pesos corròs en funció de les seves característiques

Pesos rodillos

		Longitud del rodillo L (mm)															
D	d1[mm]	200	250	315	380	465	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200
63	20	2/1.3	2.4/1.6	2.9/1.9	3.4/2.2	4.1/2.7	4.6/3	5.2/3.5	5.7/3.8	6.4/4.3	8/5.3	9.6/6.4	11.6/7.7	13.2/8.8	14.8/9.9	16.4/10.9	18/12
	25	2.4/1.8	2.9/2.2	3.6/2.6	4.2/3	4.8/3.6	5.4/4.1	6/4.5	6.6/5	7.8/5.7	9.7/7.0	11.2/8.2	14/10.2	16.1/11.27	18/13.1	20/14.5	21.9/15.9
89	25	3.1/2.2	3.6/2.5	4.3/3.1	5/3.4	5.9/4	6.6/4.4	7.4/5.0	8.3/5.6	9.2/6.2	11.4/7.6	13.6/9.0	16.4/10.8	18.6/12.2	20.8/13.6	23/15	25.2/16.4
	30	3.5/2.2	4.2/2.6	5/3.2	5.8/3.5	6.9/4.1	7.8/4.5	8.7/5	9.6/5.7	10.7/6.3	13.3/7.7	15.9/9.1	19.1/10.9	21.7/12.3	24.3/13.8	26.9/15.2	29.5/16.5
101.6	20	2.9/2.2	3.4/2.6	4.2/3.2	4.9/3.7	5.9/4.5	6.6/5	7.4/5.7	8.2/6.3	9.1/7.0	11.4/8.7	13.7/10.5	16.6/12.7	18.8/14.4	21.1/16.2	23.4/17.9	25.7/19.7
	25	3.6/2.7	4.3/3.2	5.1/3.8	5.9/4.3	7.0/5.1	7.8/5.6	8.7/6.2	9.6/6.9	10.6/7.6	13.2/9.4	15.7/11.1	18.9/13.3	21.4/15	24/16.8	26.5/18.5	29/20.2
108	20	3/2.3	3.6/2.8	4.4/3.4	5.1/3.9	6.2/4.8	6.9/5.3	7.8/6.1	8.6/6.7	9.6/7.5	12/9.3	14.4/11.2	17.4/13.5	19.7/15.3	22.1/17.2	24.5/19	26.9/20.9
	25	3.7/2.8	4.4/3.3	5.3/4.0	6.1/4.5	7.3/5.4	8.1/5.9	9.1/6.6	10/7.3	11/8.0	13.7/9.9	16.4/11.8	19.7/14.1	22.3/15.9	25/17.8	27.6/19.6	30.3/21.5
	30	3.7/2.6	5.7/3.7	6.6/4.2	7.6/4.8	8.9/5.6	9.9/6.3	11/7	12/7.5	13.2/8.3	16.2/10.1	19.3/12.1	23/14.3	26.1/16.3	29.1/18.1	32.1/19.9	35.2/21.9
	35					9.8/6.2	10.8/6.7	11.9/7.3	13/7.9	14.2/8.5	17.3/10.1	20.4/11.7	24.3/13.7	27.4/15.3	30.5/16.9	33.6/18.5	36.7/20.1
	40							17/10	18/10.5	19/11.1	22/12.5	25/13.9	29.5/15.6	32.5/17	35/18.4	39/19.8	42/21.2
133	20	4.1/3.6	4.8/4.2	5.7/4.9	6.5/5.6	7.7/6.6	9.0/7.4	9.10/8.3	11.1/9.2	12.4/10.3	15.5/12.8	18.5/15.3	22.4/18.5	25.5/21.1	28.6/23.7	31.7/26.2	34.8/28.8
	25	4.2/3.5	5.7/4.6	6.8/5.5	7.8/6.2	9.3/7.4	10.4/8.2	11.5/9.0	12.7/10	14/11.0	17.4/13.6	20.7/16.1	24.9/19.3	28.3/21.9	31.6/24.4	35/27	38.3/29.5
	30	5.1/4.1	6.8/4.8	8.1/6.4	9.2/6.4	10.8/7.5	12/8.4	13.3/9.3	14.6/10.1	16.1/11.2	19.9/13.8	23.6/16.4	28.2/19.5	31.9/22.1	35.7/24.7	39.4/27.2	43.1/29.8
	35					12/7.9	13.4/8.8	14.8/9.5	16.2/10.5	17.9/11.6	22/14.2	26.1/16.7	31.2/19.9	35.3/22.4	39.4/25	43.5/27.5	47.6/30.1
159	40							19.1/13.5	20.6/14.3	22.3/15.3	26.5/17.7	30.7/20.1	35.9/23.1	40.1/25.5	44.3/27.9	48.5/30.3	52.7/32.7
	25	6.6/5.7	7.7/6.6	9.2/7.9	10.7/9.1	12.7/10.8	14.1/11.9	15.8/13.3	17.4/14.7	19.2/16.2	23.8/20	28.4/23.8	34.1/28.5	38.7/32.3	43.3/36.1	47.9/39.9	52.5/43.7
	30	6.4/5.4	8.7/6.7	10.3/7.9	11.6/8.8	14/10.7	15.6/12	17.4/13.4	19.1/14.6	21.1/16.2	26/19.9	31/23.8	37.2/28.5	42.2/32.4	47.1/36.1	52.1/39.9	57/43.8
	35					4.9/10.8	16.6/12	18.5/13.2	20.4/14.7	22.5/16.2	27.9/20.1	33.2/23.8	39.9/28.6	45.2/32.3	50.6/36.2	55.9/39.9	61.5/43.7
	40							22.8/15.4	24.9/16.8	27.2/18.3	33/22.1	38.9/25.9	46.2/30.7	52.1/34.5	57.9/38.3	63.8/42	69.6/45.9
	50							27.8/20.5	30.3/22.1	33.1/24.0	40.1/28.6	47.1/33.2	55.8/38.6	62.8/43.5	69.8/48.1	76.8/52.7	83.8/57.3
193	60							32.3/25.1	35.2/27.2	38.6/29.6	47.0/35.6	55.4/41.6	65.9/49.1	74.3/55.1	82.7/61.1	91.1/67.1	99.5/73.1
	40							27.2/19.4	29.6/20.9	32.3/22.6	39.1/26.8	45.9/31.0	54.4/36.2	61.2/40.4	68.0/44.6	74.8/48.8	81.6/53.0
	50							35.6/28.4	39.0/30.9	42.8/33.8	52.4/41.0	62.0/48.2	74.0/57.2	83.6/64.4	93.2/71.6	102.8/78.8	112.4/86.0
	60							41.8/31.0	45.7/33.6	50.1/36.6	61.1/44.0	72.5/51.4	85.8/60.6	96.8/68.0	107.8/75.4	118.8/82.8	129.8/90.2

Peso rodillo Kg/peso partes rodantes del rodillo [Kg].

De la taula 16 s'obté un pes de corró de 3 kg. El paràmetre D indica el diàmetre de tub del corró que serà de 108 mm, amb un diàmetre de 89 mm de tub de corró seria suficient per la banda transportadora, però s'ha decidit sobredimensionar i escollir un diàmetre de 108mm. Per altra banda, de la taula 15 s'ha escollit un diàmetre d'eix (d1) de 20 mm, per tant, el pes del corró serà de 3 kg.

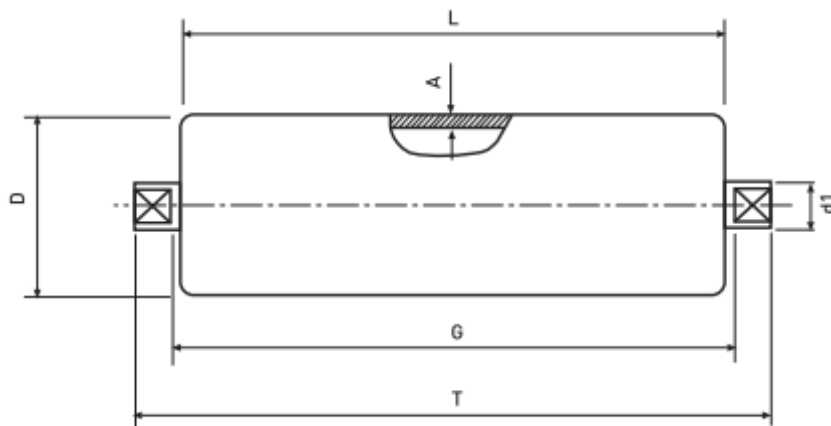


Figura 34 Paràmetres extrems d'eix corró

Finalment, s'obté un pes de corrons (corró motriu més corró volant) de:

$$m_R = 2 \cdot 3 = 6 \text{ kg}$$

Característiques de fricció estàtica per a diferents recobriments (valors aproximats):

Taula 17 Fricció estàtica per a diferents recobriments

	0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, E0, A0, V5H, V10H
μ_T (mesa)	0,33	0,33	0,5	0,5
μ_R (rodillo)	0,033	0,033	0,033	0,033
μ_{ST} (acumulació)	0,33	0,33	0,5	0,5

Força de tracció màxima de la banda F_1

$$F_1 = F_U \cdot C_1 \quad [N] \quad (14)$$

Factor C_1 (vàlid pel tambor motriu)

Taula 18 Factor C_1

Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H V2H, V5H			0, U0, NOVO, E0, A0, T, P		
Ángulo de contacto β	180°	210°	240°	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso									
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5	2,1	1,9	1,7
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0	No recomendable		
Tambor con forro de fricción									
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9	2,1	1,9	1,7

Força de tracció mínima de la banda F_2

$$F_2 = F_1 - F_u \quad [N] \quad (15)$$

Un cop plantejats tots els paràmetres que intervindran en el dimensionament de la cinta, es procedeix al càlcul d'aquesta per poder obtenir la força de gir que hauran de realitzar els actuadors i ens servirà per poder-los dimensionar.

L'actuador de gir mourà la següent cinta transportadora, tal i com s'ha dit anteriorment. Per tant, es calcula la força necessària de l'actuador, el qual ha de ser capaç de desplaçar la peça de 1950 N:

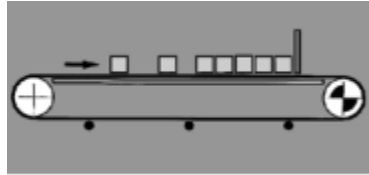


Figura 35 Cinta transportadora seleccionada

- $m = 200 \text{ kg}$
- $m_R = 6 \text{ kg}$
- $m_B = 30,54 \text{ kg}$

De la taula 17 s'escolleix els valors μ_T , μ_R i μ_{ST} per un recobriments JEPUFLEX:

- $\mu_T = 0,33$ (Polièster E0)
- $\mu_R = 0,033$ (Polièster E0)
- $\mu_{ST} = 0,33$

$$On \left\{ \begin{array}{l} m: \text{massa de la mercaderia transportada (kg)} \\ m_R: \text{massa de tots els tambors, excepte el motriu (kg)} \\ m_B: \text{massa de la banda (kg)} \\ \mu_T: \text{coeficient de fricció per marxa sobre taula} \\ \mu_R: \text{coeficient de fricció per marxa sobre corró} \\ \mu_{ST}: \text{coeficient de fricció per acumulació} \end{array} \right.$$

Força Tangencial $\rightarrow F_U$ (mitjançant l'equació 12)

$$F_U = 0,33 \cdot 9,8 \cdot \left(200 + \frac{30,54}{2} \right) + 0,033 \cdot 9,8 \cdot \left(\frac{30,54}{2} + 6 \right) + 0,33 \cdot 9,8 \cdot 200 = 1349,86 \text{ N}$$

Força de tracció màxima de la banda F_1 (mitjançant l'equació 13)

De la taula 16 s'escolleix un factor C_1 (vàlid pel tambor motriu) de 2,1.

$$F_1 = 1349,86 \cdot 2,1 = 2834,71 \text{ N}$$

Força de tracció mínima de la banda F_2 (mitjançant l'equació 14)

$$F_2 = F_1 - F_U = 2834,71 - 1349,86 = 1484,85 \text{ N}$$

Per aquest cas s'utilitzarà el valor mínim de força arrodonit a 1485 N.

3.4. CÀLCUL DE LA FORÇA DE TALL DEL TREPANT

En aquest apartat es detallarà la realització del càlcul i dimensionaments dels trepants que realitzaran els dos forats al llistó. S'ha seguit el procediment detallat en la referència [13]. Els trepants realitzaran un forat al llistó de fusta per poder-hi posar un taco de diàmetre 22 x 100 mm. Un cilindre serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall, que anirà montat sobre unes guies linials per reduir la fricció. Aquestes guies es seleccionarien en la part del disseny mecànic, però s'obviarà el càlcul per estar fora de l'abast d'aquest treball.

El fresat és un procés amb arranc de virut on l'eina, d'un o més fils, gira al voltant d'un eix que a la vegada es trallada respecte a la peça. Aquest moviment provoca que un punt del fil de l'eina descrigui una trajectòria trocoidal donant origen a la formació de viruta.

Les forces de fresat són producte d'un procés intrínsec dinàmic en el que estan involucrats tant l'eina de tall com la peça. Tot i així, sota condicions d'estabilitat, els valors mitjos de les forces de tall poden ser estimats mitjançant models de força de tall estàtics que considerin tant l'eina com la peça perfectament rígides. D'aquesta forma, i assumint que l'efecte regeneratiu de les forces de tall és menor pel fresat estable, els paràmetres dinàmics d'aquest complex sistema poden ser deixats de costat, per centrar-se solament en els aspectes relacionats com la geometria de l'eina i/o la peça. Parts de la broca[15][16]:

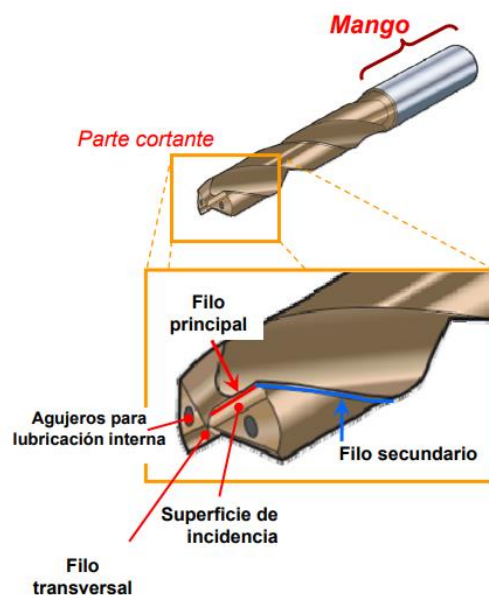


Figura 36 Parts d'una fresa

A diferència d'altres processos de mecanitzat, el fresat involucra una gran quantitat de variables que fa el seu modelat especialment complex. A la gran dificultat que des del punt de vista del modelat representa l'àmplia gama de tipus d'eines disponibles en el mercat, amb diferents geometries i característiques, s'uneixen altres característiques que intervenen en el procés, com l'error de posicionament de les plaquetes, especialment angular entre fils, deformacions de l'eina o peça, causades per les forces de tall, desgast de l'eina, entre altres variables[18].

A continuació s'exposen els paràmetres que afecten a l'operació de foradar.

Velocitat de tall (m/mm):

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000} \begin{cases} V_c: \text{Velocitat de tall } \left(\frac{m}{mm}\right) \\ D: \text{Diàmetre de la broca en mm} \\ N: \text{Velocitat de rotació (rpm)} \end{cases} \quad (16)$$

Velocitat d'avanç (mm/min):

$$V_f \left(\frac{m}{min}\right) \quad (17)$$

Velocitat d'avanç pel fil (mm/dent)

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot N} \begin{cases} f_z: \text{Avanç (mm /dent)} \\ V_f: \text{Velocitat d'avanç (mm/min)} \\ z: \text{Nº de fils} \\ N: \text{Velocitat de rotació (rpm)} \end{cases} \quad (18)$$

Espessor de tall (mm)

$$a_c = f_z \cdot \sin(K_r) \begin{cases} a_c: \text{Espessor de tall (mm)} \\ f_z: \text{Avanç (mm /dent)} \\ K_r: \text{Angle de posició} \end{cases} \quad (19)$$

Amplitud de l'encenall

$$a_w = \frac{D/2}{\sin(K_r)} \begin{cases} a_w: \text{Amplitud de l'encenall(mm)} \\ D: \text{Diàmetre de la broca (mm)} \\ K_r: \text{Angle de posició} \end{cases} \quad (20)$$

Secció de l'encenall (mm²)

$$S_c = f_z \cdot D/2 \begin{cases} S_c: \text{Secció de l'encenall(mm}^2\text{)} \\ f_z: \text{Avanç (mm /dent)} \\ D: \text{Diàmetre de la broca (mm)} \end{cases} \quad (21)$$

Força de tall (N)

$$F_c = K_s \cdot S_c \begin{cases} F_c : \text{Força de tall (N)} \\ K_s : \text{Pressió específica de tall (N/mm}^2\text{)} \\ S_c : \text{Secció de l'encenall (mm}^2\text{)} \end{cases} \quad (22)$$

Potència de tall (W)

$$P_c = \frac{z \cdot F_c \cdot V_c / 2}{60} \begin{cases} z : N^\circ \text{ de fils} \\ P_c : \text{Potència de tall (W)} \\ F_c : \text{Força de tall (N)} \\ V_c : \text{Velocitat de tall (m/min)} \end{cases} \quad (23)$$

També s'exposa una imatge per ajudar a entendre els paràmetres de l'operació de tall comentats anteriorment:

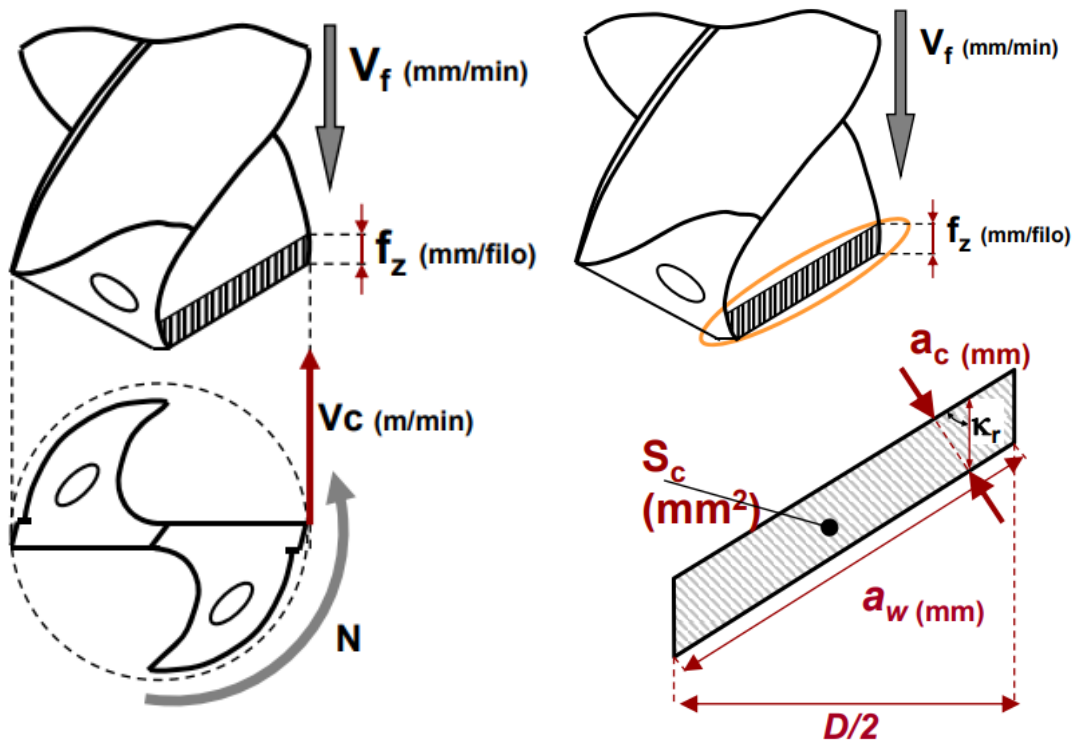


Figura 37 Paràmetres vinculats a l'operació de foradar

Tal i com s'ha exposat, per dimensionar el cilindre que realitzarà els forats s'ha d'obtenir la pressió específica de tall, que es defineix com el paràmetre que relaciona la secció de tall de viruta amb la força de tall en cadascuna de les direccions principals de tall. Una adequada caracterització de la pressió específica de tall és indispensable per estimar de manera fiable les forces de tall en qualsevol procés d'arranc de viruta. Un cop obtinguda la pressió específica de tall es podrà obtenir la força de tall.

Es calcularà mitjançant la pressió específica de tall K_s :

- $K_s \rightarrow$ es consulta a les taules en funció del material a tallar
- La força es calcula com la pressió específica per l'àrea tallada.

En aquest cas, s'utilitzarà una broca equilibrada helicoidal pel seu equilibri en característiques:



Figura 38 Broca helicoidal

La broca serà de acer colat amb una duresa $< 50 \text{ daN/mm}^2$ on mitjançant les taules de consulta de la pressió específica de tall, s'obté una $K_s = 1360 \text{ N/mm}^2$ (veure Figura 37).

MATERIAL	AMERICANA AA	UNE	k_{90} da N/mm^2	z
Aleaciones de Aluminio	1100	L-3002	23	0.3
	2011	L-3192	34	0.3
	2014	L-3130	87	0.3
	2017	L-3120	80	0.3
	2024	L-3140	76	0.3
	4032	L-3541	76	0.3
	6061	L-3420	59	0.3
	7075	L-3710	100	0.3

MATERIAL	Resistencia a tracción/Dureza HB	k_{90} da N/mm^2	z
Acero al carbono	<50 da N/mm^2	155	0.2
Acero al carbono	50/70 da N/mm^2	171	0.2
Acero al carbono	70/100 da N/mm^2	186	0.2
Acero colado	<50 da N/mm^2	136	0.2
Acero colado	50/65 da N/mm^2	148	0.2
Acero colado	>65 da N/mm^2	163	0.2
Acero aleado	70/85 da N/mm^2	171	0.2
Acero aleado	85/100 da N/mm^2	186	0.2
Acero aleado	100/140 da N/mm^2	202	0.2
Acero aleado	140/180 da N/mm^2	225	0.2
Acero inoxidable austenítico		179	0.2
Acero inoxidable ferrítico-martensítico		155	0.2
Fundición	<200 HB	97	0.2
Fundición	>200 HB	136	0.2
Fundición	<500 HB	210	0.2
blanca	>500 HB	233	0.2

MATERIAL	k_{90} da N/mm^2	z
Cobre	78	0.3
Bronce	124	0.3
Latón	54	0.3
Plásticos	19	0.3

Valores de presión específica de corte k_{90} para materiales de uso más frecuente

Figura 39 Valors de k_{90} i z

La velocitat d'avanç pel fil es pot obtenir mitjançant la fórmula 18:

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot N} = \frac{5}{0,2 \cdot 320} = \frac{5}{0,2 \cdot 320} = 0,078125 \text{ (mm /dent)} \rightarrow 0,078 \text{ (mm /dent)}$$

S'estima una $N = 320$ rpm [35].

S'utilitzar una velocitat d'avanç de 5 m/min per tall en fustes durs i taulers aglomerats.

Velocidades de avance recomendadas según el material a procesar	
Tipo de material a procesar	Velocidad de avance recomendada
Cortes longitudinales en maderas blandas	10 – 30 m/min
Cortes transversales en madera sólida	10 – 20 m/min
Corte en maderas duras y tableros aglomerados	5 – 10m/min

Figura 40 Velocitats d'avanç recomanades segons material a processar

La secció de la broca es pot obtenir mitjançant la fórmula 21:

$$S_c = f_z \cdot D/2 = 0,078125 \cdot 22/2 = 0,859 \text{ mm}^2$$

Per tan, la força de tall segons la fórmula 22:

$$F_c = K_s \cdot S_c = 1360 \cdot 0,859 = 1168,75 \text{ N}$$

Finalment, queda per determinar la força d'empenta (normal a la superfície), F_n . La força d'empenta es pot calcular tenint en compte que, segons dades experimentals [14], sol ser un 30% més gran que la força de tall F_c ; en conseqüència:

$$F_n = 1,30 \cdot F_c = 1,30 \cdot 1168,75 = 1519,375 \text{ N} \rightarrow 1519 \text{ N}$$

3.5. CÀLCUL DE LA FORÇA DE TALL DE LA SERRA

El cilindre F serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall, que anirà montat sobre unes guies linials per reduir la fricció. El càlcul es realitzarà seguint la referència [20].

Del catàleg de de la referència [21] es selecciona la següent serra que compleix amb les especificacions anteriors. S'indiquen a continuació les principals característiques d'aquesta serra.



Sierra circular universal

Corte longitudinal y corte transversal [0014]



Aplicación: Corte longitudinal, corte transversal. Para aplicación universal
Material: Madera maciza, tableros en bruto o recubiertos en una cara, papel laminado, termoplástico
Máquina: Sierra circular de mesa, sierra circular para trincar
Diente: Diente alterno, HW

Viene de la página antecedente

D mm	B mm	b mm	d mm	NL mm	Máquina	Z	Tipo	ref.
640	5,40	3,60	30	2/7/42 + 2/10/60	Mafell FSG240	36+2+2F SDB	000464031	10001275
650	5,90	4,20	30	2/10/80 + 2/15/63		100W	001465030	10041571
700	6,00	4,20	30		Krüsi	60W	001470030	10001402
700	6,20	4,20	30	2/18/100		84W	001470001	10110914
700	6,50	4,40	30			110W	001470002	10106019
720	6,00	4,40	30	2/8,5/90	Hundegger	72W	001472030	10001403
735	6,00	4,40	30	2/8,5/90	Hundegger	48W+2+2 SDB	000473530	10019130
735	6,00	4,40	30	2/8,5/90	Hundegger	72W	001473530	10001404
750	6,50	4,50	40	2/10,5/60	Schneider	48W+2+2 SDB	000475040	10001276
750	6,50	4,50	40	2/10,5/60	Schneider	60W	001475040	10001406
750	6,80	5,00	30		Krüsi	60W	001475030	10001405
750	7,00	4,80	60	2/12,5/240		120W	001475060	20016061
760	6,00	4,40	30	4/8,5/90 + 2/14/400	Hundegger	72W	001476030	10042298
800	7,00	5,00	40		Paul	84W	001480040	10001409

Figura 41 Retall catàleg serra elegida

On s'aconsegueix les següents dades:

D: Diàmetre del disc [mm]

B: Espessor de la dent [mm]

b: Espessor del cos[mm]

d: Diàmetre del orifici de fixació [mm]

Z: N° de dents

S'ha seleccionat una serra circular perquè permet serrar longitudinalment o transversalment fustes i també seccionar-les. Està dotada d'un motor elèctric que fa girar a gran velocitat la fulla circular. Es caracteritza per realitzar talls precisos i a més, possibilita el tall en angle fins a 45°.

S'ha decidit que s'utilitza una serra amb un diàmetre de 700 mm, la qual serveix de sobres per tallar el llistó de dimensions 300x300 mm² de secció.

Per tal de determinar la força de tall de la serra, el primer pas és calcular la potència requerida/absorvida per la serra mitjançant la següent equació:

$$P_c = k \cdot B \cdot h \cdot u \quad \left\{ \begin{array}{l} P_c: \text{Potència de tall (W)} \\ k: \text{Resistència específica de tall (Pa)} \\ B: \text{Espessor del dent (m)} \\ h: \text{Altura de tall (m)} \\ u: \text{Velocitat d'avanç (\frac{m}{s})} \end{array} \right. \quad (24)$$

El valor de la resistència específica de tall s'extrau de la referència [20]:

$$k = 64 \cdot 10^6 \text{ [Pa]}$$

L'altura de tall vé donada per la següent equació:

$$D = \frac{1}{3} \cdot (10 \cdot h + 20) \quad (25)$$

$$h = \frac{3 \cdot D - 20}{10} = \frac{3 \cdot 700 - 20}{10} \rightarrow h = 208 \text{ [mm]}$$

La velocitat d'avanç "u" s'obté mitjançant la següent equació:

$$u = \frac{s}{60} \quad \left\{ \begin{array}{l} s: \text{avanç (\frac{m}{s})} \\ u: \text{Velocitat d'avanç (\frac{m}{s})} \end{array} \right. \quad (26)$$

$$s = \frac{s_z \cdot n \cdot z}{1000} \quad \left\{ \begin{array}{l} s_z: \text{avanç per dent (s'obté d'una taula)} \\ n: \text{rpm} \\ z: \text{número de dents} \end{array} \right.$$

Es recomana una velocitat $n < 5000$ rpm, ja que al superar les 5000 rpm tendeix a destabilitzar-se. El valor d'avanç per dent s'obté de taula, per aquest cas s'utilitzarà un valor de 0.1 (veure Annex 1). El número de dents de la serra seleccionada és de 84 (Figura 39)

Per tant:

$$s = \frac{0,1 \cdot 2000 \cdot 84}{1000} = 16,8 \text{ [m/min]}$$

Amb els valors trobats, es pot calcular P_c (potència de tall):

$$P_c = 64 \cdot 10^6 \cdot 0,0062 \cdot 0,208 \cdot \frac{16,8}{60} = 23109,63 [W]$$

$$P_c = 23,1 [kW]$$

Un cop determinada la potència de tall P_c , és possible calcular la força de tall aplicant la següent expressió que relaciona els dos paràmetres:

$$P_c = \frac{z \cdot F_c \cdot V_c / 2}{60} \begin{cases} z : N^\circ \text{ de fils} \\ P_c : \text{Potència de tall (W)} \\ F_c : \text{Força de tall (N)} \\ V_c : \text{Velocitat de tall } \left(\frac{m}{mm}\right) \end{cases} \quad (26)$$

D'aquesta equació s'aïlla la força de tall, ja que és l'incògnita que es busca:

$$P_c = \frac{z \cdot F_c \cdot V_c / 2}{60} \rightarrow F_c = \frac{P_c \cdot 60 \cdot 2}{z \cdot V_c} = \frac{23109,63 \cdot 60 \cdot 2}{84 \cdot 10} = 3301,37 N$$

Finalment, queda per determinar la força d'empenta (normal a la superfície), F_n . La força d'empenta es pot calcular tenint en compte que, segons dades experimentals de la referència [14], sol ser un 30% més gran que la força de tall F_c ; en conseqüència:

$$F_n = 1,30 \cdot F_c = 1,30 \cdot 3301,376 = 4291,78 N$$

4. SOLUCIÓ PNEUMÀTICA

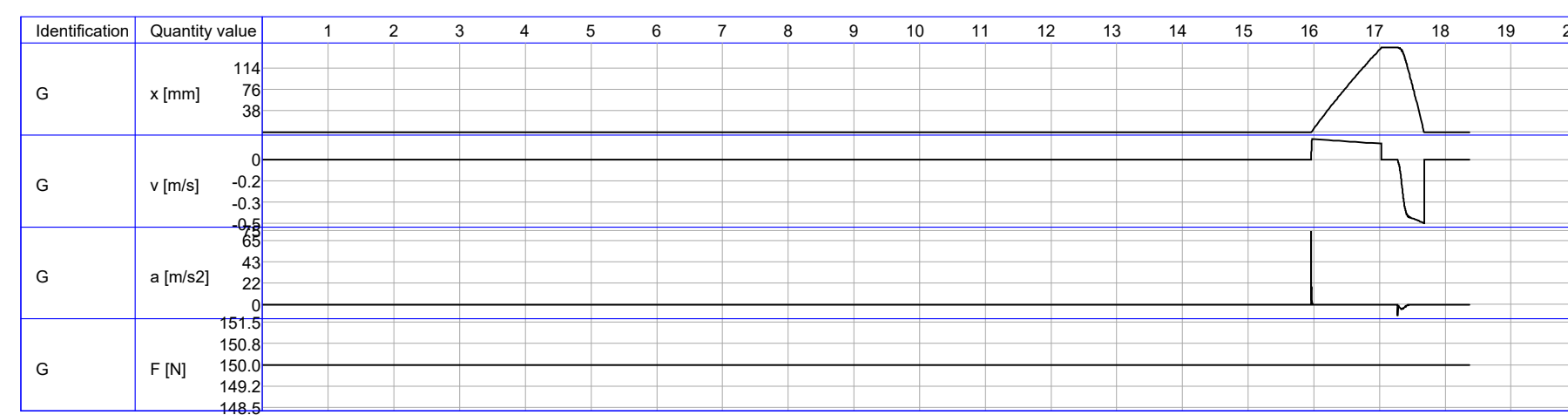
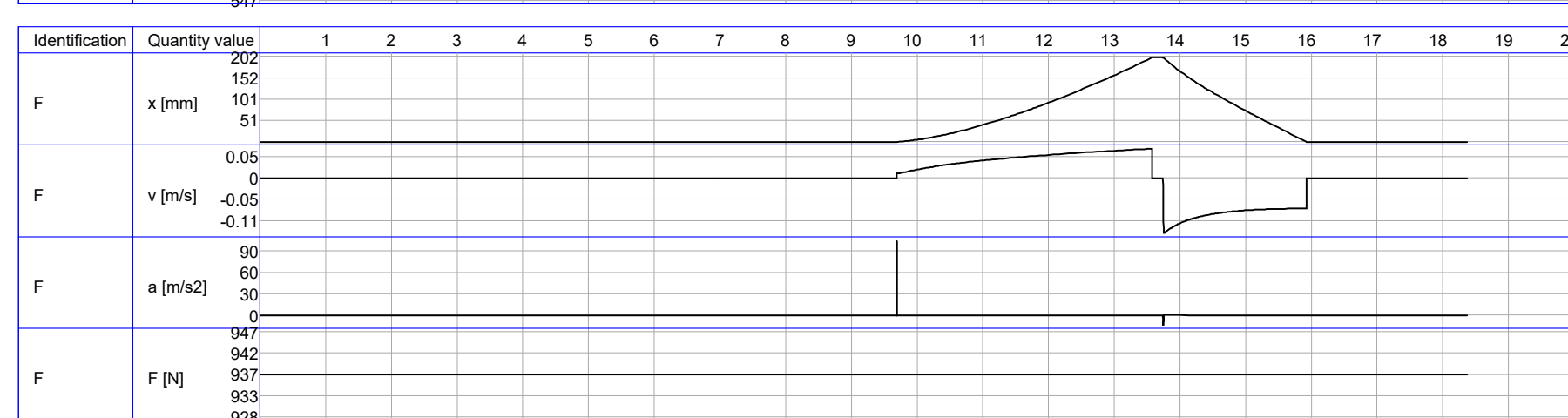
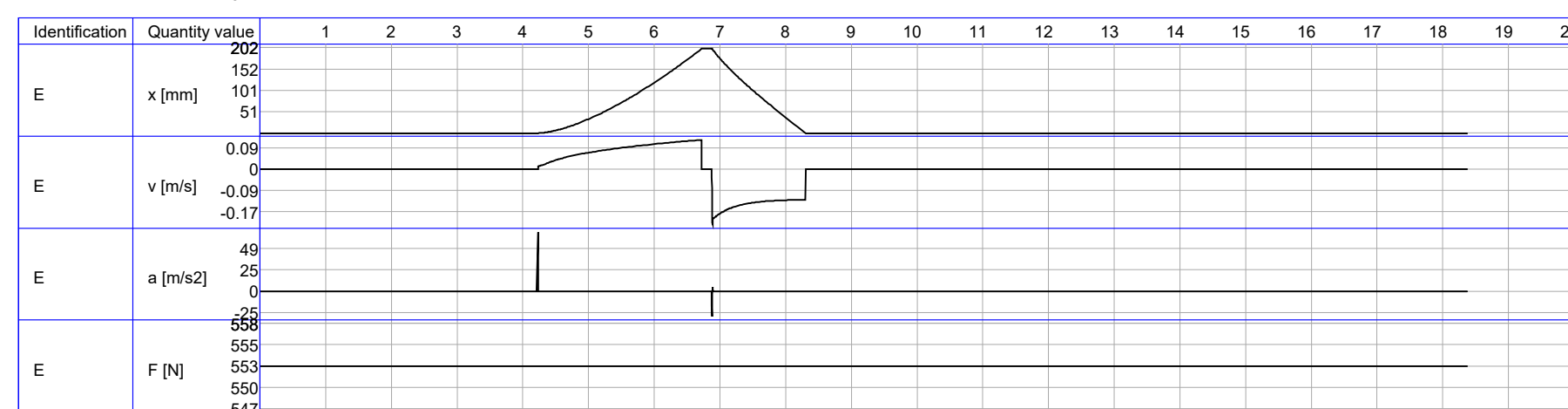
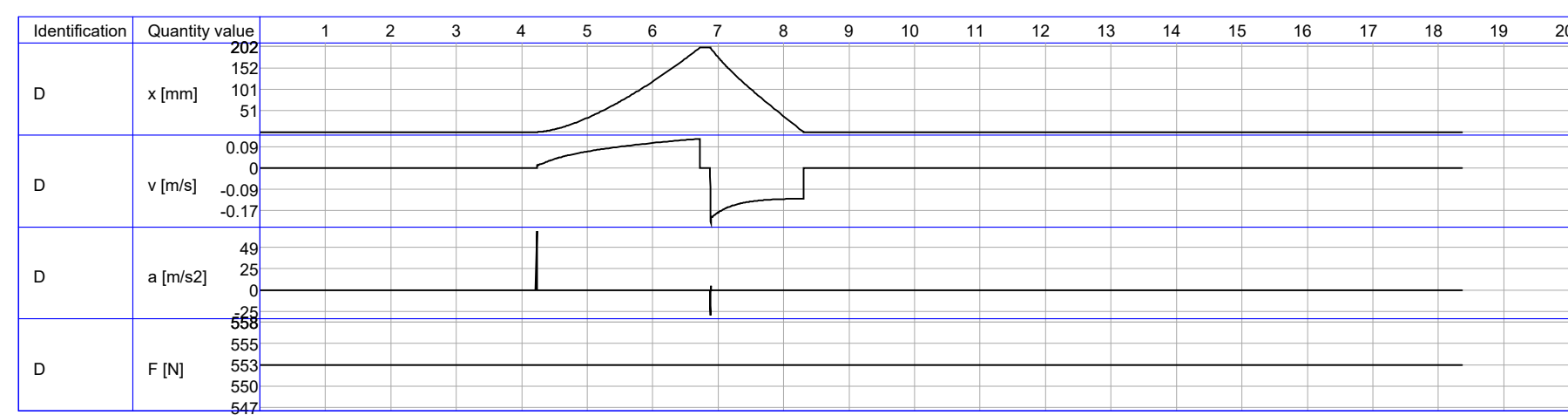
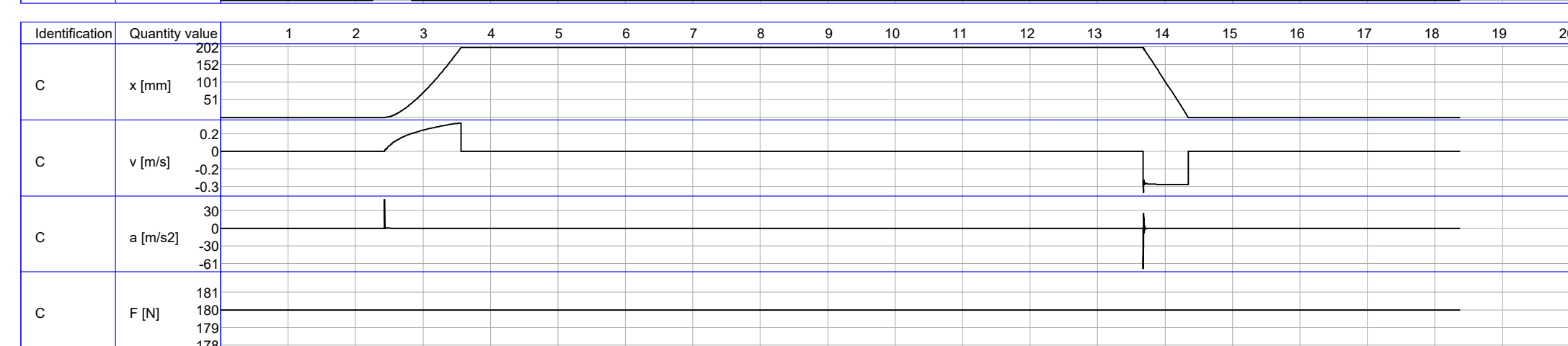
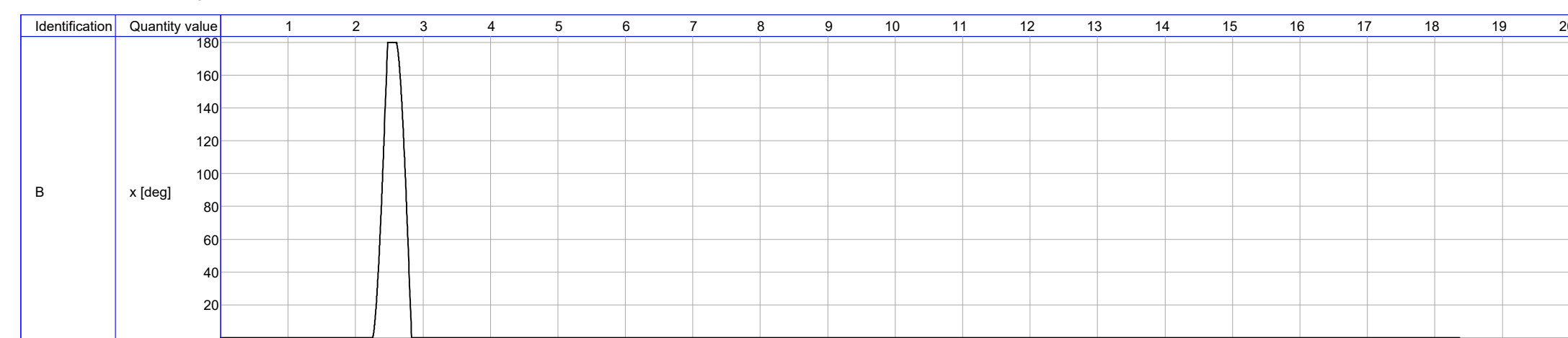
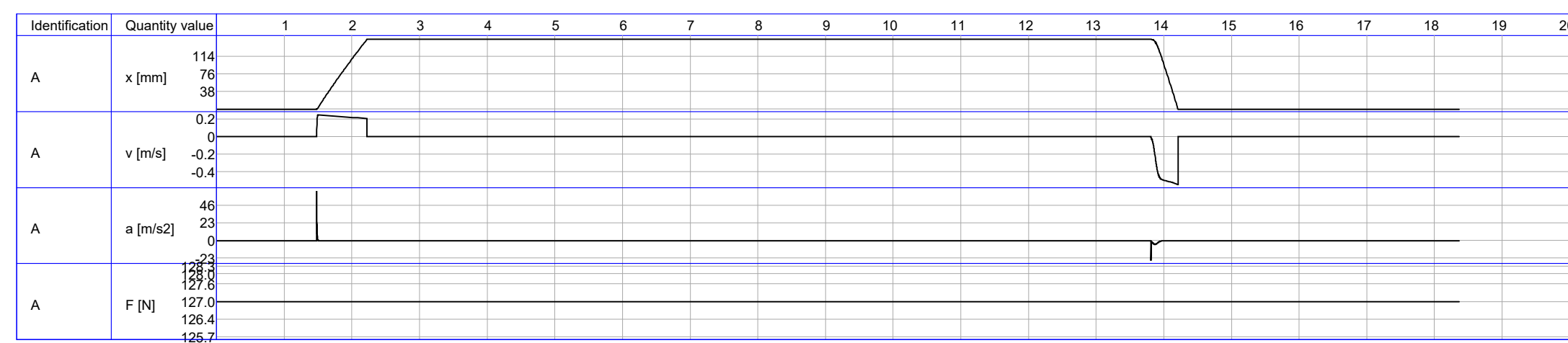
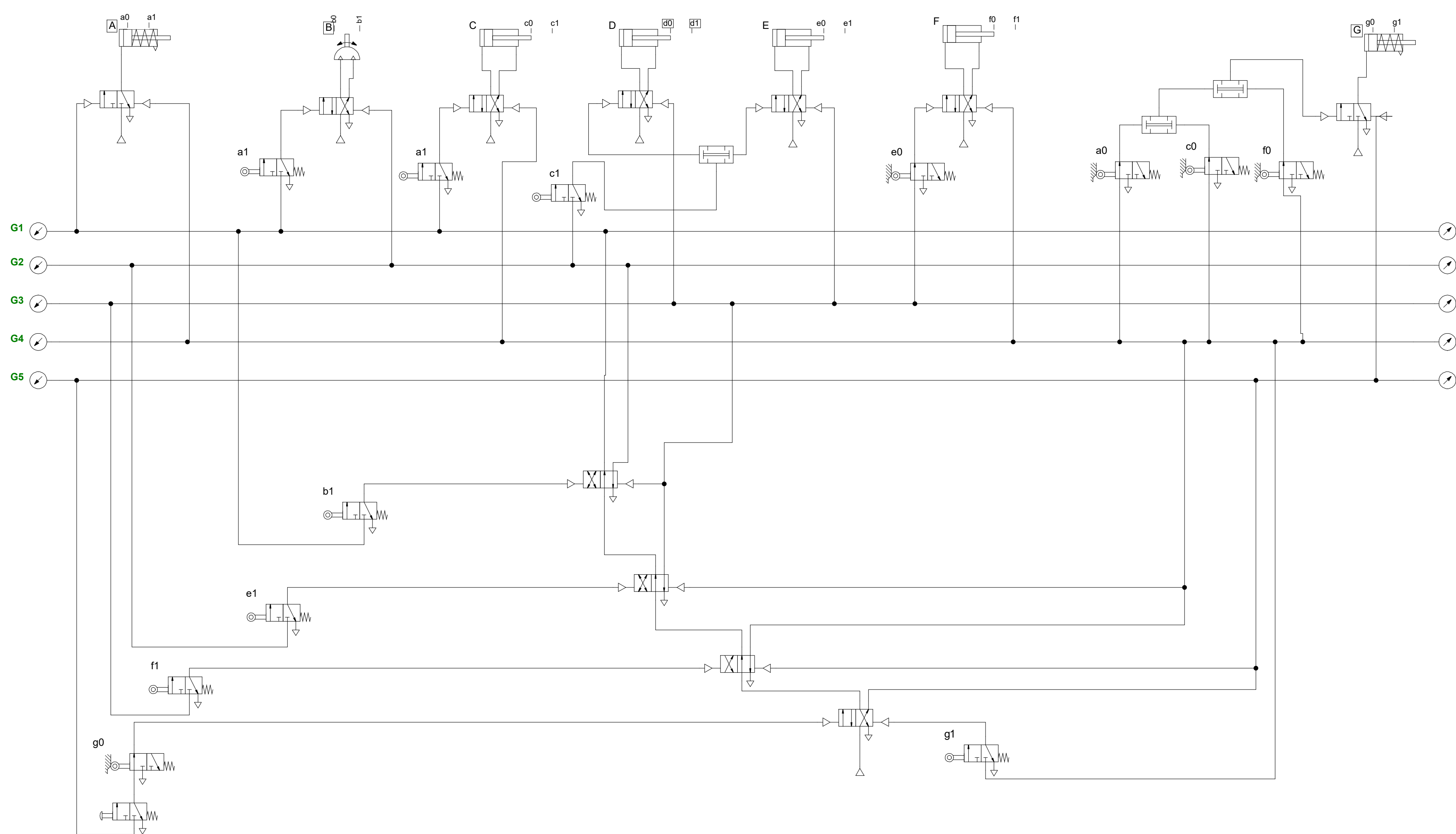
En aquest apartat es resolen els plantejaments anteriors mitjançant el disseny d'un circuit pneumàtic. S'ha dissenyat un circuit aplicant pneumàtica convencional i d'altra banda, mitjançant electropneumàtica. Així mateix, es realitza el dimensionament i la selecció dels components pneumàtics que el conformen.

4.1. DISSENY DEL CIRCUIT PNEUMÀTIC

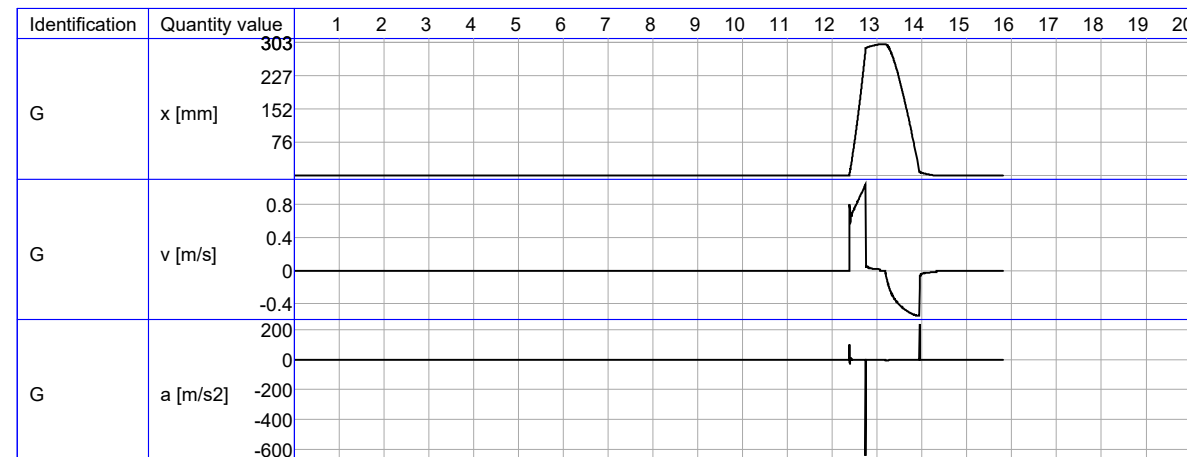
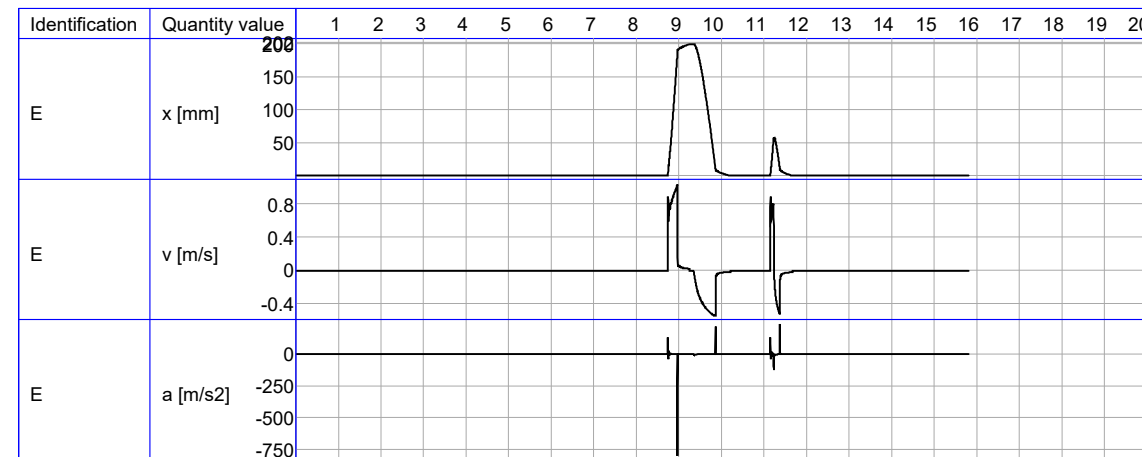
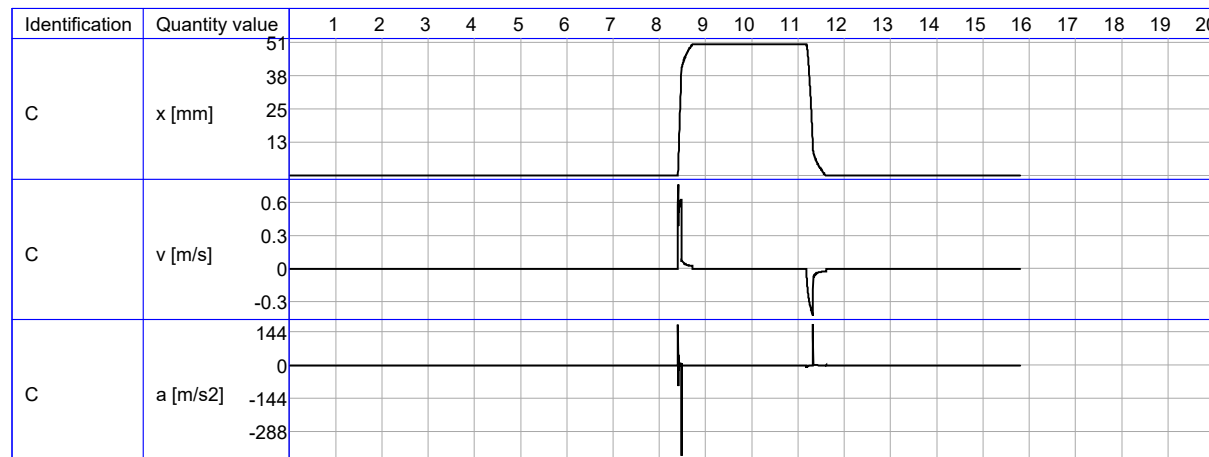
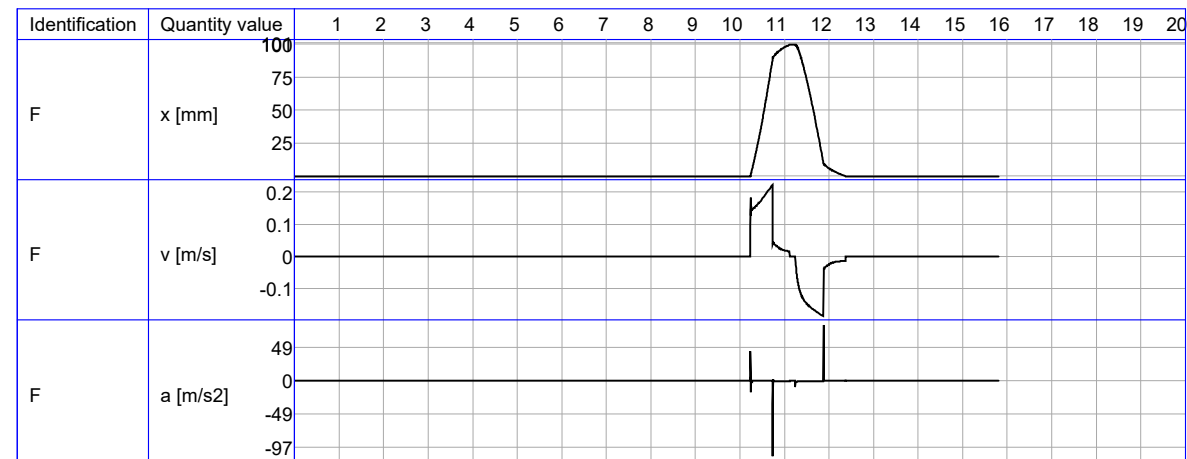
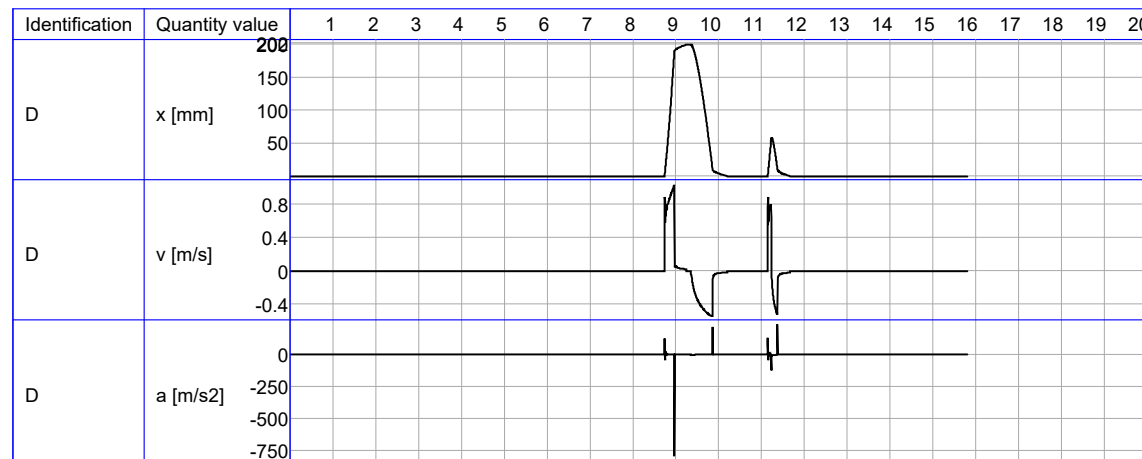
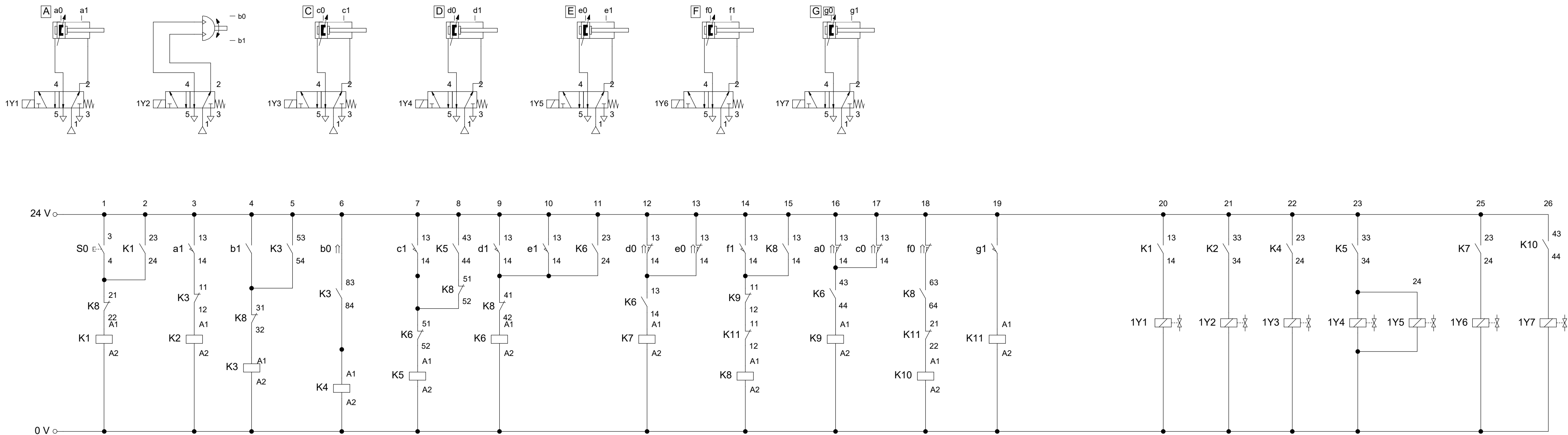
A continuació s'adjuntarà el disseny del circuit pneumàtic i electropneumàtic. En aquest apartat es descriurà de forma resumida del circuit pneumàtic, altrament com que el circuit electropneumàtic es molt semblant al circuit electrohidràulic, aquest es descriurà a la secció 5.1 del treball.

Primerament, el circuit pneumàtic consta de 5 grups de subministrament d'aire que ho defineix la seqüència que s'ha definit i el mètode sistemàtic que s'ha emprat. El procés s'inicia prement el pulsador manual de la vàlvula de posa en marxa de tipus bolet, donat que el captador d'inici de carrera g0 està activat, això provoca la commutació de la vàlvula distribuïdora 4/2 que activa el grup G1 i en conseqüència la vàlvula distribuïdora 3/2 activi el cilindre A i aquest es desplaci a la posició a1. Seguidament s'activa la vàlvula distribuïdora 3/2 de l'actuador B (on l'actuador es desplaça a la posició b1) i la vàlvula distribuïdora del cilindre C (on el cilindre C es desplaça a la posició c1). L'actuador B a l'aconseguir la posició b1 s'activa la vàlvula distribuïdora b1 que activa el G2 i aquest activa la retracció de l'actuador B i l'extensió dels cilindres D i E (ja que el cilindre C està desplaçat la posició c1 i s'activa la vàlvula distribuïdora 3/2 c1). En conjunt, es van realitzant les diferents etapes del circuit fins que el cilindre G es retrau a la posició inicial g0, el qual permetria tornar a reiniciar el circuit gràcies al que el captador d'inici de carrera g0 està activat.

En el circuit també hi apareixen les gràfiques de simulació on la primera fila de les gràfiques fa referència a la posició, la segona a la velocitat, la tercera a l'acceleració i la quarta a la força.



SEQUÊNCIA												
a	b	b	c	d	e	d	e	f	a	c	f	g
a1	b1	b0	c1	d1	e1	d0	e0	f1	a0	c0	f0	g0



4.2. CÀLCUL I SELECCIÓ DELS COMPONENTS

4.2.1. ACTUADORS PNEUMÀTICS

4.2.1.1. CILINDRE A: TOPALL

El cilindre A és l'encarregat del moviment del topall. Com s'ha dit anteriorment, per una banda el topall frenarà el moviment del llistó respecte la cinta i per altra banda, situarà el llistó a la posició desitjada.

El topall ha de "contrarrestar" la força de 1485 N que estarà fent la banda sobre la peça, com s'ha calculat i dimensionat a la Secció 3.3. En primer lloc, es calcula la força necessària en el cilindre:

Es dimensiona el cilindre seguint un exemple del catàleg de la pàgina de SMC.

- **Selecció del diàmetre - Es segueix el catàleg de SMC:**

Taula 19 Paràmetres de càlcul Cilindre A

F_1	Força necessària per realitzar el treball		$F_1 = 1484,85 \text{ N}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
F_2	Força necessària en el cilindre	$F_2 = F_1 / \lambda$	$F_2 = 1484,85 / 0,7 = 2121,21 \text{ N}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	S'acostuma a estimar un valor entre 0,85~0,9	0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
F_T	Força teòrica en el cilindre	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$F_t = \frac{2121,2}{0,9} = 2356,9 \text{ N}$

La taula anterior recull els paràmetres necessaris per calcular la força teòrica en el cilindre. La força necessària per realitzar el treball ve determinada per la força de la banda, ja que el topall ha de contrarrestar la força que està aplicant la banda sobre el llistó. Per calcular la força teòrica en el cilindre, per una banda, s'aplica un factor de càrrega a la força necessària per realitzar el treball. S'utilitza un factor de càrrega estandaritzat en funció de la velocitat del cilindre (0,7 per velocitats normals i 0,4 o 0,5 per velocitats grans). Per altra banda, s'aplica el rendiment intern del cilindre provocat pel fregament de les juntes (s'acostuma a estimar un valor de 0,85).

S'utilitzarà l'èmbol i la tija que tingui una força normalitzada més alta de 2356,9 N.

Per tant, es calcula el valor del diàmetre mínim de l'èmbol del cilindre mitjançant l'equació 1 de la Secció 2.1.2.1:

$$D \geq \sqrt{\frac{2356,9 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 70,72 \rightarrow D = 80 \text{ mm}$$

Tenint una pressió de 6 bar s'obté un èmbol de 80 mm de diàmetre i una tija de 25 mm de diàmetre. Per altra banda, s'ha escollit una carrera de 160 mm ja que d'aquesta forma el topall quedarà entre $\frac{3}{4}$ i la meitat de la secció del llistó de fusta.

- **COMPROBACIÓ A VINCLAMENT**

Per aquest cas s'ha escollit una longitud lliure al vinclament de $2 \cdot L$ donat que el cilindre tindrà un extrem lliure i un encastat (on L és la carrera del cilindre). Amb una força $F = F_p$ es produirà un vinclament, llavors la força de servei haurà de ser inferior que F_p . Normalment s'agafa com coeficient de seguretat 3,5 segons la referència [4] de forma que:

$$F = \frac{F_p}{3,5}$$

Fins ara s'han obtingut les següents dades:

- $F_p = 1484,85 \cdot 3,5 = 5196,975 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,16 \text{ m}$ (carrera del cilindre A)
- $L_p = 2 \cdot L = 0,32 \text{ m}$ (s'elegeix de la taula 4 de la secció 4)

Moment d'inèrcia

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

Sent d el diàmetre de la tija en m.

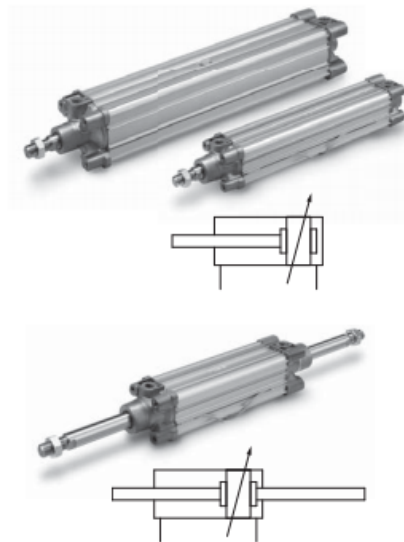
Mitjançant l'equació 2 de la Secció 2.1.2.2:

$$I = \frac{5196,975 \cdot 0,32^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 2,25 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 2,25 \cdot 10^{-10}}{\pi}} = 8,228 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8,22 \text{ mm}$$

Com que el diàmetre de la tija és de $d=25\text{ mm} > 8,228$, no hi ha problemes de vinclament. En el cas que es tingués un valor de diàmetre de tija inferior a $d=8,22\text{ mm}$ es tindrien problemes de vinclament y seria necessari escollir un cilindre amb tija de major secció.

S'elegeix un cilindre de la sèrie CP96 de SMC: Cilindre pneumàtic de doble efecte amb tija simple o doble [19].



Características técnicas

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 2000: $^{+3.2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx. *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
125	—	2000

Figura 42 Característiques cilindre CP96 Topall

AMORTIMENT

El cilindre escollit tindrà un amortiment pneumàtic en els dos extrems i un amortiment elàstic, tal i com es pot observar a la figura 40.

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un cilindre C85 de 25 mm de diàmetre. A continuació es calcula el consum d'aquest cilindre considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,080)^2}{4} = 2,51 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,1508 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 150,79 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 4 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,080^2 - 0,025^2)}{4} = 2,26 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,136 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 136,07 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Aquests serien els cabals d'aire a una pressió relativa de 6 bar, o sigui una pressió absoluta de 7 bar.

4.2.1.2. ACTUADOR B: CINTA TRANSPORTADORA

L'actuador B és l'encarregat de fer girar el tambor motriu de la cinta transportadora. En l'apartat 3.1 de l'estudi s'ha dimensionat la cinta transportadora i s'ha calculat la força que ha de realitzar l'actuador de gir, per tant, es pot seleccionar l'actuador giratori seguint els següents passos descrits en la secció 2.1.2.5, per altra banda, l'actuador B és l'encarregat de girar el tambor motriu de la cinta transportadora:

1. Determinar la força requerida, la distància del braç de l'actuador i la pressió del treball

Força requerida (F): 1484,85 N

Distància del braç de l'actuador (l): 0,14 m

Pressió de treball (P): 6 bar

Parell requerit T_r mitjançant l'equació 5

$$T_r = 5 \cdot 1484,85 \cdot 0,14 = 1039,39 \text{ Nm}$$

2. Calcular el parell de torsió requerit

Mitjançant l'equació 6 es calcula el moment d'inèrcia de la forma de disc:

$$J = m \cdot \frac{d^2}{8} = 6 \cdot \frac{0,1016^2}{8} = 0,0077 \text{ [Kg} \cdot \text{m}^2]$$

L'acceleració angular es calcula mitjançant l'equació 7:

$$\alpha = \frac{\theta}{t^2} \frac{6,2831}{6^2} = 0,17 [\text{rad/s}^2]$$

On $t = e/v = 3/0,5 = 6\text{s}$ és el temps mig de rotació.

El parell d'acceleració T_a es calcula mitjançant l'equació 8:

$$T_a = 5 \cdot J \cdot \alpha = 5 \cdot 0,0077 \cdot 0,17 = 0,0067 \text{ Nm}$$

Finalment el parell de torsió requerit T_s es calcula mitjançant l'equació 9:

$$T_s = 1039,39 + 0,0067 \cong 1039,4 \text{ Nm}$$

3. Comparar el parell efectiu T_h de l'actuador a la pressió de treball amb el parell requerit T_s

S'ha de seleccionar un actuador amb $T_h > T_s$

Selecció Actuador

Per aquest cas, s'estimarà un parell de 1039,4 Nm.

Taula 20 Paràmetres de càlcul Cilindre B

T_1	Parell necessari per realitzar el treball		$T_1 = 1039,4 \text{ Nm}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
T_2	Parell necessari en el cilindre	$F_2 = F_1 / \lambda$	$T_2 = 1039,4 / 0,7 = 1484,85 \text{ Nm}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	S'acostuma a estimar un valor de 0,85~0,9	0,8-0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
T_t	Parell teòric en l'actuador	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$T_t = \frac{1484,85}{0,85} = 1746,89 \text{ Nm}$

La taula anterior recull els paràmetres necessaris per calcular el parell teòric en l'actuador, tal i com s'ha explicat en el dimensionament del cilindre A.

Per tant, es calcula el diàmetre mínim que haurà de tindre l'èmbol mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1:

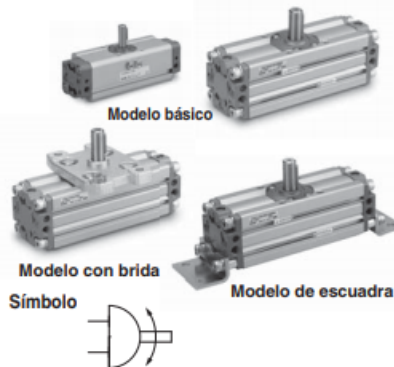
$$D \geq \sqrt{\frac{1746,89 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 60,88 \rightarrow D = 63 \text{ mm}$$

Amb un diàmetre d'èmbol de 63 mm i amb l'ajuda de la Taula 3, s'obté un diàmetre de la tija de 20mm.

ACTUADOR DE GIR SMC

De la pàgina web de SMC, per les condicions calculades, s'ha elegit un actuador de gir, tipus pinyó-cremallera de la sèrie CRA1, amb les següents característiques [9]:

Actuador de giro Tipo piñón-cremallera **Serie CRA1**



Características técnicas

Tipo	Neumático					Hidroneumático			
Tamaño	30	50	63	80	100	50	63	80	100
Fluido	Aire (sin lubricación)					Aceite para turbina			
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa								
Presión mín. de trabajo	0.1 MPa								
Temp. ambiente y de fluido	0 a 60 °C (sin congelación)								
Amortiguación	Sin amortiguación neumática					Sin			
Contragolpe	Sin*	Dentro de 1°							
Tolerancia en el ángulo de giro	—	0 a +4°							

* Dado que el tipo CRA1□30 lleva instalado un tope, no existe efecto de contragolpe bajo presión.



Ejecuciones especiales Consulte las págs. 22 a 42 para más detalles.)

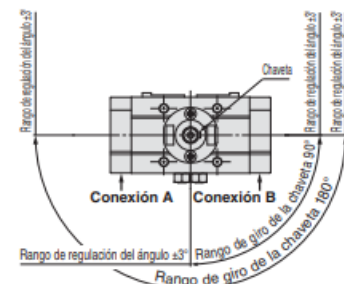
Símbolo	Descripción	Tipo de eje aplicable
-XA1 a -XA24	Configuración del eje I	S, W, Y
-XA33 a -XA59	Configuración del eje II	X, Z, T, J, K
-XC7	Eje invertido	S, W, X, T, J
-XC8 a -XC11	Modificación del rango de giro	S, W, Y
-XC30	Modificación a grasa fluorada	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-XC31 a -XC36	Modificación del rango de giro y de la dirección de giro del eje	S, W, Y
-XC59 a -XC61	Modificación de la posición de conexión (se ha modificado la posición de montaje de la culata)	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-XC63, -XC64	Un lado hidroneumático, un lado neumático	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X6	Eje/perno de acero inoxidable, etc.	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X7*	Resistente alta temperatura (100 °C)	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X16	Junta de goma fluorada	S, W, X, Y, Z, T, J, K

* X7: No disponible para el tipo de imán integrado.

Rango de giro de la chaveta

El eje gira en sentido horario cuando se aplica presión desde la conexión A y en sentido antihorario cuando se aplica presión desde la conexión B.

Tamaño: 30



Par efectivo

Tamaño	Presión de trabajo [MPa]										[N·m]
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
30	0.38	0.76	1.14	1.53	1.91	2.29	2.67	3.05	3.44	3.82	
50	1.85	3.71	5.57	7.43	9.27	11.2	13.0	14.9	16.7	18.5	
63	3.44	6.88	10.4	13.8	17.2	20.6	24.0	27.5	31.0	34.4	
80	6.34	12.7	19.0	25.3	31.7	38.0	44.4	50.7	57.0	63.4	
100	14.9	29.7	44.6	59.4	74.3	89.1	104	119	133	149	

Energía cinética admisible/Rango de duración del giro recomendado

Tamaño	Energía cinética admisible [J]		Rango de duración del giro recomendado (s/90°)
	Sin amortiguación neumática	Con amortiguación neumática*	
30	0.01	—	0.2 a 1
50	0.05	0.98	0.2 a 2
63	0.12	1.50	0.2 a 3
80	0.16	2.00	0.2 a 4
100	0.54	2.90	0.2 a 5

* La energía cinética admisible del producto con amortiguación neumática es la energía máxima absorbida cuando se optimiza el ajuste de la válvula de amortiguación.

Peso

Tamaño	Peso estándar		Peso adicional			[kg]
	90°	180°	Con detector magnético	Fijación por escuadra	Fijación por brida	
30	0.27	0.36	0.1	0.1	—	
50	1.3	1.5	0.2	0.3	0.5	
63	2.2	2.6	0.4	0.5	0.9	
80	3.9	4.4	0.6	0.9	1.5	
100	7.3	8.3	0.9	1.2	2.0	

* Con 2 detectores magnéticos.

Figura 43 Característiques actuador de gir CRA1 Cinta

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un actuator de gir CRA1 de 63 mm de diàmetre. Es calcula a continuació el seu consum considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,063)^2}{4} = 1,55 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,0935 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 93,51 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 4 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,063^2 - 0,020^2)}{4} = 1,401 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,084 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 84,09 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

4.2.1.3. CILINDRE C: SUBJECCIÓ

El cilindre C és l'encarregat de subjectar el llistó de fusta, tal i com s'ha exposat anteriorment, el llistó es subjecta per poder realitzar les operacions de trepanat i serrat, ja que sinó es podria moure. Tal com s'ha calculat en la secció 3.2, el llistó té un pes de 1932 N i per tant, s'ha decidit de aplicar una força de 2000 N per subjectar i immobilitzar la peça sense tenir la preocupació de que es pugui escapar durant les operacions de foradat i tallat. Per altra banda, s'ha de tindre en compte la forma i la superfície de les subjeccions en contacte amb la peça, que és de fusta de roure, per no marcar-la ni perjudicar-la en aplicar-li pressions molt elevades.

Taula 21 Paràmetres de càlcul Cilindre C

F_1	Força necessària per realitzar el treball		$F_1 = 2000 \text{ N}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
F_2	Força necessària en el cilindre	$F_2 = F_1 / \lambda$	$F_2 = 2000 / 0,7 = 2857,14 \text{ N}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	S'acostuma a estimar entre un valor de 0,85~0,9	0,8-0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
F_t	Força teòrica en el cilindre	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$F_t = \frac{2857,14}{0,85} = 3361,3 \text{ N}$

La taula anterior recull els paràmetres necessaris per calcular la força teòrica en el cilindre, tal i com s'ha explicat en el dimensionament del cilindre A. El cas més desfavorable és el del premsat del llistó contra la cinta, es a dir, a la sortida de la tija del cilindre. Es podria sumar el pes de la pròpia tija i de les guies, però en aquest cas es pot menysprear.

Per tant, es calcula el diàmetre mínim que haurà de tindre l'èmbol mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1:

$$D \geq \sqrt{\frac{3361,34 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 84,45 \rightarrow D = 100 \text{ mm}$$

Amb un diàmetre d'èmbol de 100 mm i amb l'ajuda de la Taula 3, s'obté un diàmetre de la tija de 25mm. Per aquest cas s'estima una carrera de 200 mm.

COMPROBACIÓ DEL VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- Força per al càlcul del vinclament: $F_p = 2000 \cdot 3,5 = 7000 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,2 \text{ m}$
- Longitud lliure al vinclament: $L_p = 2 \cdot L = 0,4 \text{ m}$

$$I = \frac{7000 \cdot 0,4^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 5,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 5,4 \cdot 10^{-10}}{\pi}} = 0,0102 \text{ m} = 10,24 \text{ mm}$$

Com que $d=25 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

SMC CILINDRE

De la pàgina web de SMC, per les condicions calculades, s'ha elegit un cilindre de la C96 amb les següents característiques [12]:

ISO 15552 Cilindro neumático: Modelo estándar
 Doble efecto con vástago simple/doble **Serie C96**

Características técnicas

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100
Funcionamiento	Doble efecto					
Fluido	Aire					
Presión de prueba	1.5 MPa					
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa					
Presión mín. de trabajo	0.05 MPa					
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70° C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60° C (sin congelación)					
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)					
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 1900: $^{+3.2}_0$					
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					
Tamaño de conexión	G 1/8	G 1/4	G 1/4	G 3/8	G 3/8	G 1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, muñón central					

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Máx. Carrera [Nota]
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	1000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	1900
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	1900
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	1900
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	1900
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	1900

Carreras intermedias disponibles.

Nota) Consulte con SMC para carreras más largas.

Figura 44 Característiques cilindre C96 subjecció

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un cilindre C96-C de 100 mm de diàmetre. Es calcula a continuació el consum considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,100)^2}{4} = 3,92 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,235 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 235,62 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 4 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,100^2 - 0,025^2)}{4} = 3,68 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,2208 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 220,89 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

4.2.1.4. CILINDRES D I E: TREPANTS

Els cilindres D i E són els encarregats de realitzar els forats a la peça final. Aquests forats permetran unir les diferents peces mitjançant un tac. En la secció 3.4 s'ha dimensionat i calculat la força que ha de realitzar el cilindre, obtenint un valor de 1519N. Un cop s'ha aconseguit la força que realitzarà cada trepant, es dimensionarà l'actuador que serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall:

Taula 22 Paràmetres de càlcul Cilindre D,E

F_1	Força necessària per realitzar el treball		$F_1=1519 \text{ N}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
F_2	Força necessària en el cilindre	$F_2=F_1/\lambda$	$F_2=1519/0,7=2170,5 \text{ N}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	s'acostuma a estimar un valor entre 0,85~0,9	0,8~0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
F_T	Força teòrica en el cilindre	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$F_t = \frac{2170,5}{0,85} = 2553,57 \text{ N}$

Per tant, s'obté un diàmetre mínim d'èmbol mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1de:

$$D \geq \sqrt{\frac{2553,57 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 73,61 \rightarrow D = 80 \text{ mm}$$

Amb un diàmetre d'èmbol de 80 mm i amb l'ajuda de la Taula 3, s'obté un diàmetre de la tija de 25mm. Per aquest cas s'estima una carrera de 200 mm.

COMPROBACIÓ A VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

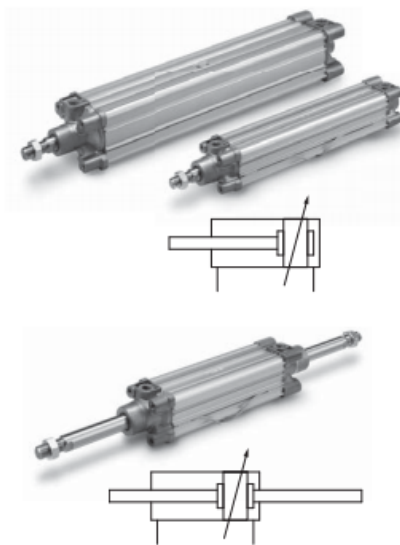
- $F_p = 2170,5 \cdot 3,5 = 7596,75 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,2 \text{ m}$
- $L_p = L/2 = 0,1 \text{ m}$ (en aquest cas, s'utilitza una longitud de vinclament de $L_p = L/2$, considerant els dos extrems encastats per reduir fricció).

$$I = \frac{7596,75 \cdot 0,1^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 3,66 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 3,66 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 5,225 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 5,225 \text{ mm}$$

Com que $d=25 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

S'elegeix un cilindre de la sèrie CP96 de SMC: Cilindre pneumàtic de doble efecte amb tija simple o doble [19].



Características técnicas

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2,4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2,8}_0$, carrera 1501 a 2000: $^{+3,2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx. *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
125	—	2000

Figura 45 Característiques cilindre CP96 subjecció

AMORTIMENT

El cilindre escollit tindrà un amortiment pneumàtic en els dos extrems i un amortiment elàstic, tal i com es pot observar a la figura 43.

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un cilindre C85 de 25 mm de diàmetre. A continuació es calcula el consum considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,080)^2}{4} = 2,51 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,1508 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 150,79 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 4 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,080^2 - 0,025^2)}{4} = 2,26 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,136 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 136,07 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

4.2.1.5. CILINDRE F: SERRA

El cilindre F és l'encarregat de serrar el llistó de fusta per obtindre les diferents peces finals serrades a la mesura desitjada. Un cop s'ha calculat la força que ha de realitzar la serra (Secció 3.5) es dimensionarà l'actuador que serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall:

Taula 23 Paràmetres de càlcul Cilindre F

F_1	Força necessària per realitzar el treball		$F_1=4292 \text{ N}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
F_2	Força necessària en el cilindre	$F_2=F_1/\lambda$	$F_2=4292/0,7=6131,12 \text{ N}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	s'acostuma a estimar un valor entre 0,85~0,9	0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
F_t	Força teòrica en el cilindre	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$F_t = \frac{6131,1}{0,9} = 6812,36 \text{ N}$

Per tan, s'obté un diàmetre mínim mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 de:

$$D \geq \sqrt{\frac{6812,36 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 120,23 \rightarrow D = 125 \text{ mm}$$

Amb un diàmetre d'èmbol de 125 mm i amb l'ajuda de la Taula 3, s'obté un diàmetre de la tija de 32mm. Per aquest cas s'estima una carrera de 200 mm.

COMPROBACIÓ A VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 4291,78 \cdot 3,5 = 15021,23 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,2 \text{ m}$

$L_p = L/2 = 0,1 \text{ m}$ (en aquest cas, s'utilitza una longitud de vinclament de $L_p = L/2$, considerant els dos extrems encastats per reduir fricció).

$$I = \frac{15021,23 \cdot 0,1^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 7,24 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 7,24 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 6,197 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 6,197 \text{ mm}$$

Com que $d=32 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

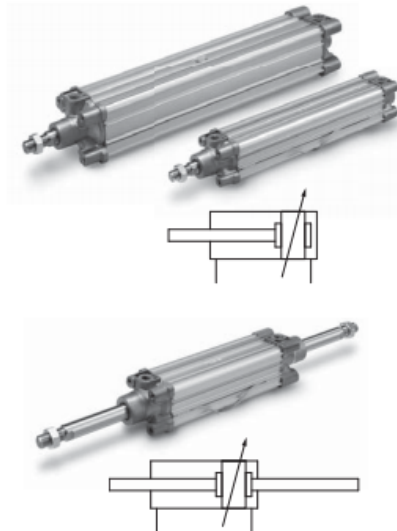
SMC CILINDRE

De la pàgina web de SMC, per les condicions calculades, s'ha elegit un cilindre de la CP96 amb les següents característiques [19]:

ISO 15552 Cilindro neumático: Modelo estándar

Doble efecto con vástago simple/doble **Serie CP96**

Características técnicas



Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo.	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_{0}$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_{0}$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_{0}$, carrera 1501 a 2000: $^{+3.2}_{0}$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx. *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
125	—	2000

Figura 46 Característiques cilindre CP96 serra

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un cilindre CP96 de 125 mm de diàmetre. Es calcularà el consum considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,125)^2}{4} = 6,13 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,368 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 368,15 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 4 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,125^2 - 0,032^2)}{4} = 5,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,344 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 344,02 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

4.2.1.6. CILINDRE G: EMPÈNYER FUSTA

El cilindre G és l'encarregat d'anar empenyent les peces serrades i foradades de la cinta transportadora a una tina que les anirà emmagatzemant. Per aquest cas, s'estimarà una força de 800 N, la qual serà major que el pes de cadascuna de les peces finals i per tant, no hi haurà oposició per poder desplaçar-les. La peça estarà tallada i com s'ha dit anteriorment tindrà un pes de 66,66 Kg. Per tant, si el cilindre realitza una força superior al pes de la peça tallada, no tindrà problema en moure-la. Per altra banda, la força s'aplicarà mitjançant una placa de dimensions 200x100x2mm.

Taula 24 Paràmetres de càlcul Cilindre G

F_1	Força necessària per realitzar el treball		$F_1 = 800 \text{ N}$
λ	Factor de càrrega	0,7 velocitats normals 0,4 i 0,5 velocitats grans	0,7
F_2	Força necessària en el cilindre	$F_2 = F_1 / \lambda$	$F_2 = 800 / 0,7 = 1142,85 \text{ N}$
μ	Rendiment intern del cilindre per fregament de les juntes	S'acostuma a estimar un valor entre 0,85~0,9	0,8~0,9
A	Àrea del cilindre on s'aplica la pressió	$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$?
p	Pressió manomètrica en el cilindre		6 bar
F_T	Força teòrica en el cilindre	$F_t = \frac{F_2}{\mu} = A \cdot p$	$F_t = \frac{1142,8}{0,85} = 1344,53 \text{ N}$

Per tan, s'obté un diàmetre mínim de l'èmbol del cilindre mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 de:

$$D \geq \sqrt{\frac{252,11 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} \rightarrow D \geq 53,41 \rightarrow D = 63 \text{ mm}$$

Amb un diàmetre d'èmbol de 63 mm i amb l'ajuda de la Taula 3, s'obté un diàmetre de la tija de 20mm Per aquest cas s'elegeix una carrera de 250 mm, la qual serà suficient per poder desplaçar la peça de la cinta transportadora a la tina.

COMPROBACIÓ DEL VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 800 \cdot 3,5 = 2800 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,25 \text{ m}$
- $L_p = 2 \cdot L = 0,5 \text{ m}$

A partir dels anteriors paràmetres, es calcula el moment d'inèrcia així com el diàmetre mínim de la tija per tal evitar vinclament:

$$I = \frac{2800 \cdot 0,5^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 3,37 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 3,37 \cdot 10^{-10}}{\pi}} = 9,102 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9,102 \text{ mm}$$

Com que $d=20 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

SMC CILINDRE

S'ha escollit un cilindre pneumàtic de la sèrie CP95N amb bloqueig [22].

Cilindro neumático Serie CP95N con bloqueo

Características técnicas del cilindro

Diámetro [mm]	32, 40, 50, 63, 80, 100
Fluido	Aire comprimido
Presión de prueba	1.5MPa
Presión máx. de trabajo	1.0MPa
Presión mín. de trabajo	0.08MPa
Velocidad del émbolo	50 a 1000mm/s <small>(Nota)</small>
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10°C a 70° (sin congelación) Con detector magnético: -10°C a 60° (sin congelación)
Amortiguación	Amortiguador lateral doble
Tolerancia de longitud de carrera	a 250: $^{+1.0}_0$, 251 a 1000: $^{+1.4}_0$
Tipo de fijación	Modelo básico, escuadra axial, brida trasera, brida delantera, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, cojinete esférico
Carrera máxima posible [mm]	1000

(Nota) Los límites de carga dependen de la velocidad del émbolo al bloquearse, de la dirección de montaje y de la presión de trabajo.

Características de bloqueo

Funcionamiento del bloqueo	Bloqueo por muelle (bloqueo de escape)
Presión de desbloqueo	$\geq 0.25\text{MPa}$
Presión de bloqueo	$\leq 0.20\text{MPa}$
Presión máx. de trabajo	1.0MPa
Posición de cierre	En dos sentidos

Carrera estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx.
32	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500	700
40	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500	800
50	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600	1000
63	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600	
80	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800	
100	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800	



Cilindro con bloqueo



Figura 47 Característiques cilindre CP95 empènyer

CONSUM D'AIRE COMPRIMIT

S'ha escollit un cilindre CP95 de 63 mm de diàmetre. Es calcula a continuació el consum considerant una velocitat mitja de 0,5 m/s (500 mm/s).

Cabal de sortida de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,063)^2}{4} = 1,55 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,0935 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 93,51 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Cabal a l'entrada de la tija es calcula mitjançant l'equació 3 de la secció 2.1.2.4:

$$Q_e = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot (0,063^2 - 0,020^2)}{4} = 1,401 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,084 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 84,09 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

4.2.2. VÀLVULES PNEUMÀTIQUES

Tant les vàlvules com les canonades necessàries per actuar sobre cilindres i els demés components, és a dir, la part de control del sistema pneumàtic, requereix uns cabals molt baixos i una pressió suficient per actuar sobre les vàlvules, tenint en compte les pèrdues que es poden produir en les petites canonades y ràcords.

Per aquest treball, ja que es tracta d'actuadors de petita potència, es necessitaran vàlvules d'acord amb ells. Per la pressió de treball de 6 bar, s'elegiran mànegues de 12 mm de diàmetre interior, ja que són les que s'acostumen a utilitzar més.

4.2.2.1. VÀLVULA D'ALIMENTACIÓ

Aquesta és la vàlvula que alimentarà o purgarà tot el sistema de control del circuit. Eliminarà la pressió residual després de l'ús de la màquina per evitar possibles perills a l'hora de la neteja o el manteniment.

En la figura següent es mostra la posició de la vàlvula d'alimentació en el circuit pneumàtic:

Per aquesta vàlvula s'ha elegit el model següent de la sèrie VHS de SMC: VHS400-02-X1

On cada element significa:

- VHS: Vàlvula de 3 vies i 2 posicions
- 4: Mida de 400
- 0: Cabal d'esquerra a dreta
- 02: Dimensió de la connexió de 1/4 de polzada
- X1: Color del cos roig i de la maneta plata

Aquesta vàlvula és lleugerament diferent a l'elegida en el principi del circuit, però és més segura, ja que disposa d'enclavament en cada posició.

En la imatge següent es mostra la vàlvula d'alimentació seleccionada i el símbol:

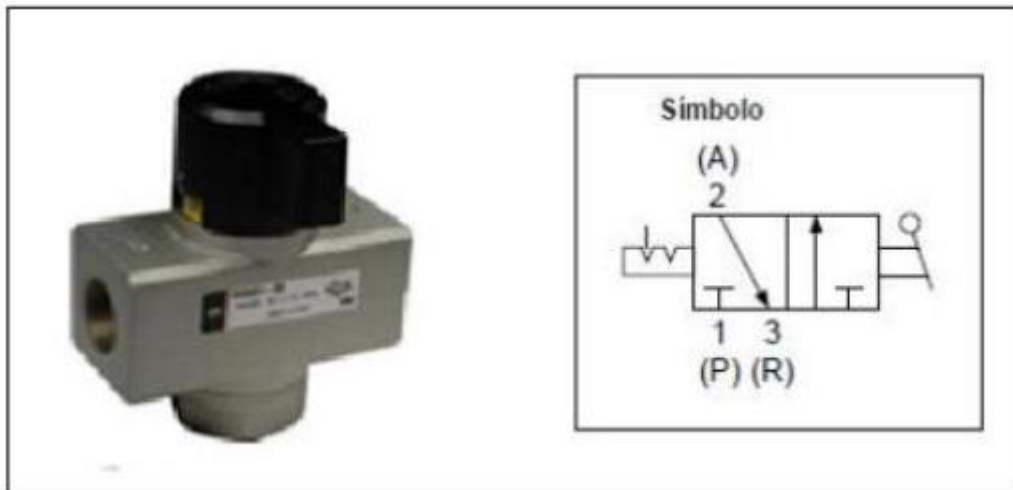


Figura 48 Vàlvula d'alimentació seleccionada

Aquesta vàlvula anirà connecta després del Filtre-Regulador-Lubricador (FRL) de la xarxa de control; en el catàleg es veu que es disposa de la peça de connexió a aquest. Peça intermitja de connexió per a vàlvula d'alimentació després del FRL:

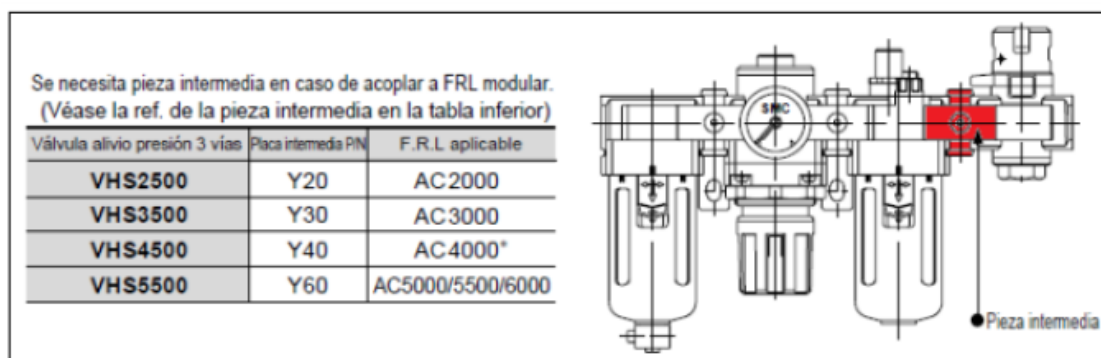


Figura 49 Peça intermitja de connexió vàlvula alimentació

4.2.2.2. VÀLVULES DE 3 VIES I 2 POSICIONS DE LA XARXA DE CONTROL

Per aquestes vàlvules s'ha elegit la sèrie VM430, que ens permetrà elegir les de finals de carrera posteriors d'aquesta mateixa sèrie (la vàlvula no canvia, només la manera d'actuar-la). En quant a la seva construcció, són allargades i això permetrà una fàcil instal·lació, sobretot pels finals de carrera, on els espais són més reduïts.

La vàlvula genèrica, només amb el palpador, té les característiques extrems del catàleg següent:



Figura 50 Vàlvula de 3/2 vies seleccionada

Per aquest model bàsic s'afegiran els capçals pertinents per a cada aplicació, tal com es mostra a continuació.

4.2.2.3. VÀLVULA DE POSTA EN MARXA

Aquesta vàlvula és la d'accionament del circuit. És una vàlvula tipus bolet que s'acciona només per un moment (el temps necessari per actuar sobre la vàlvula de control del cilindre A) i es pot accionar, per tant, amb un pulsador tipus bolet. En la imatge següent es veu el seu corresponent esquema pneumàtic:

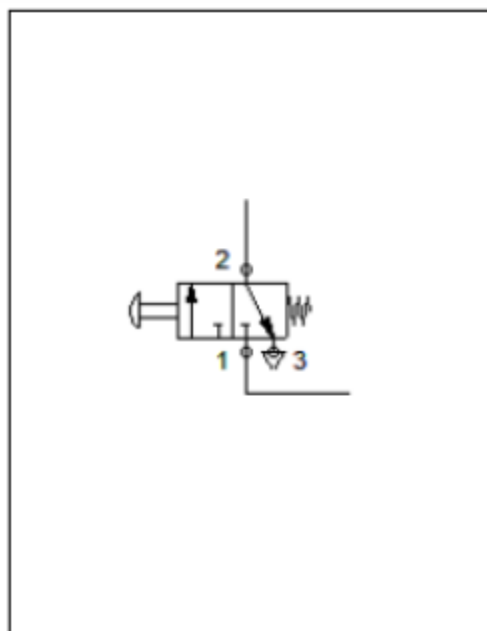


Figura 51 Esquema vàlvula posta en marxa

El model elegit és: VM430-01-30G

Sent:

- Vàlvula de 3 vies i 2 posicions (VM430)
- Rosca mètrica de 4 mm en les connexions
- Polsador de bolet
- Polsador selector color verd (G)

Vàlvula posta en marxa seleccionada:

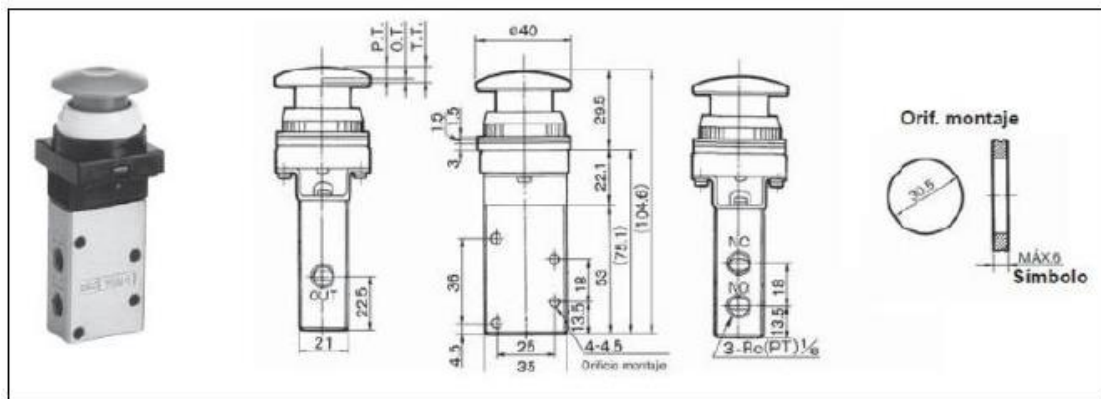


Figura 52 Vàlvula posta en marxa seleccionada

4.2.2.4. VÀLVULA DE FINAL DE CARRERA BIDIRECCIONAL

Aquesta vàlvula actua en els dos sentits de moviment del cilindre al que està associada, tant en la carrera d'avanç com en la de retrocés. A més, controla l'alimentació dels cilindres. Correspon al següent esquema:

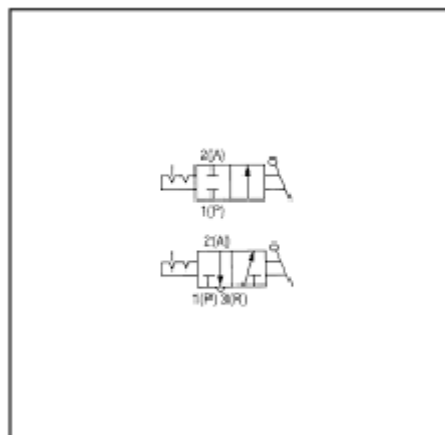


Figura 53 Esquema vàlvula final de carrera

S'ha escollit el model VFC-34, vàlvula de rodets:

- Vàlvula de 3 vies i 2 posicions
- Rosca mètrica de 4 mm en les connexions
- Rodet no abatible
- Material del rodet d'acer endurit

Vàlvula de rodet seleccionada:

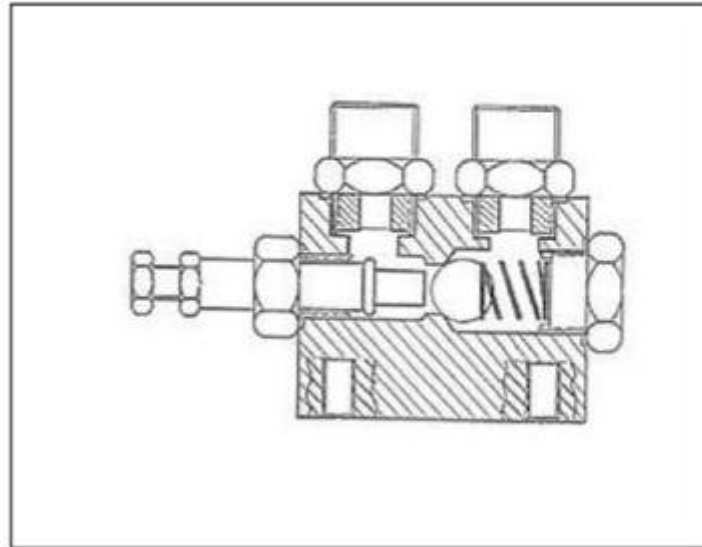


Figura 54 Vàlvula de final de carrera seleccionada

4.2.2.5. VÀLVULA DE CONTROL DE CILINDRES DE SIMPLE EFECTE

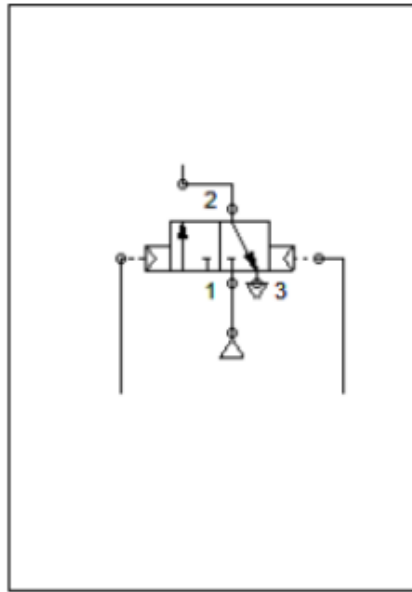


Figura 55 Esquema vàlvula de control cilindres simple efecte

S'ha utilitzat un vàlvula pel control dels dos cilindres de simple efecte model SYJA12-M3-F, amb les següents característiques:

- Vàlvula de 3 vies (SYJA3)
- Normalment tancada
- Mida de connexió mètrica 3
- Rosca Rc
- Fixació amb suport
- Pilotatge pneumàtic
- Pressió de pilotatge:

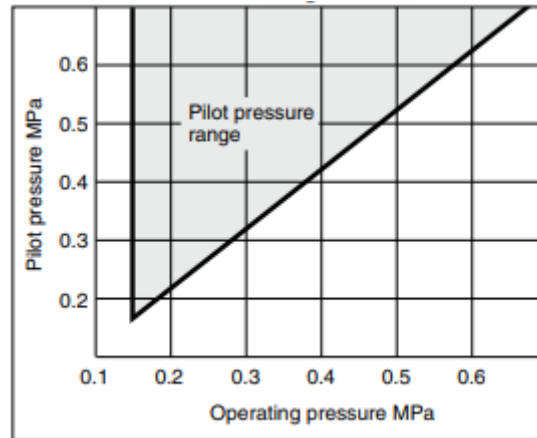


Figura 56 Pressió de pilotatge vàlvula 3 vies

Diferents muntatges per a vàlvules de 3/2 pilotades pneumàticament:



Figura 57 Vàlvula 3/2 vies pilotada pneumàticament

4.2.2.6. VÀLVULA DE CONTROL DE CILINDRES DE DOBLE EFECTE

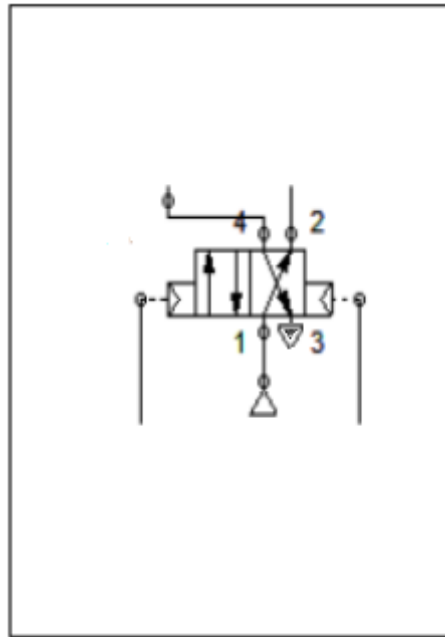


Figura 58 Vàlvula de control cilindres doble efecte

Les vàlvules de 4 vies són poc comuns i difícils de trobar, a més, també són més cares. Com a equivalència a vàlvules de 4 vies es poden utilitzar vàlvules de 5 vies i 2 posicions, les quals poden realitzar exactament la mateixa funció.

Per aquest treball s'ha escollit una vàlvula de 5/2 model SYJA3220-M3, amb les següents característiques:

- Vàlvula de 5 vies pilotada per pressió en els dos costats (SYA)
- Dos posicions
- Muntatge individual
- Connexió de mètrica 3

Diferents muntatges per les vàlvules 5/2 pilotades pneumàticament:

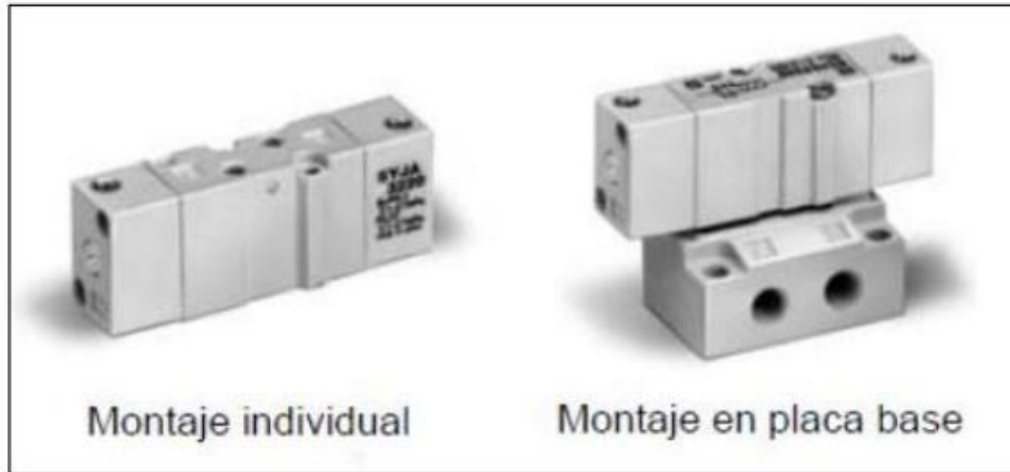


Figura 59 Vàlvules 5/2 vies pilotades pneumàticament

En vista que aquestes vàlvules són de transmissió de potència, s'han de tindre en compte els cabals que suporta i les pressions de pilotatge en funció de les de treball. A continuació es veu un extracte del catàleg que informa d'aquests valors:

Taula 25 Característiques vàlvules 5/2 vies

Valve model		Type of actuation	Port size	Flow characteristics						Pilot port size	Mass (g)	Effective area (mm ²)	
				1→2 (P→A)			2→3 (A→R)						
				C [dm ³ /(s bar)]	b	Cv	C [dm ³ /(s bar)]	b	Cv				
Body ported	SYJA312-M3	N.C.	M3 x 0.5	—	—	—	—	—	—	M3 x 0.5	18	0.9	
	SYJA322-M3	N.O.		—	—	—	—	—	—				
Base mounted (with sub-plate)	SYJA314-M5	N.C.	M5 x 0.8	0.41	0.18	0.086	0.35	0.33	0.086		39	(Without sub-plate 18)	—
	SYJA324-M5	N.O.		0.36	0.31	0.089	0.36	0.31	0.089				

Rang de pressions de pilotatge per les vàlvules 5/2:

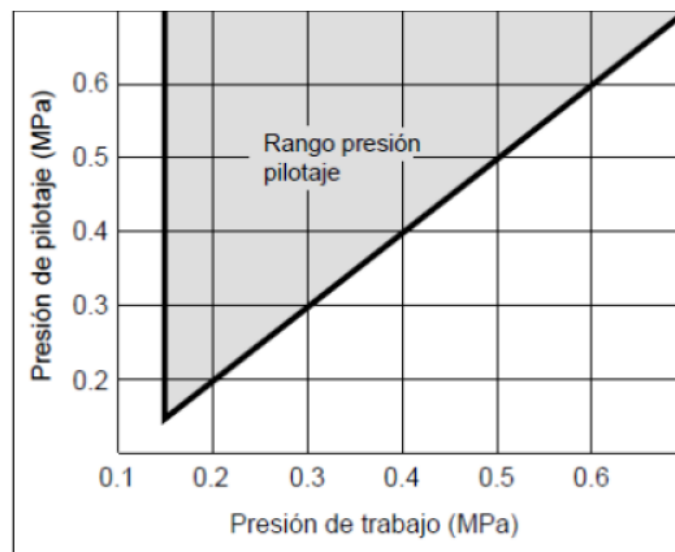


Figura 60 Rang de pilotatge vàlvules 5/2 vies

4.3. COST DELS COMPONENTS PNEUMÀTICS

A continuació s'adjunta el cost dels diferents elements que conforme el circuit pneumàtic [29][30]:

Taula 26 Pressuposts components pneumàtics

DENOMINACIÓ	QUANTITAT	COST UNITARI (€/u)	TOTAL (€)
Cilindre SMC Sèrie CP96 Ø80 Carrera 160	1	186,95	186,95
Actuador de gir pinyó-cremallera CRA1 Ø63	1	173,54	173,54
Cilindre SMC Sèrie CP96 Ø100 Carrera 200	1	320,56	320,56
Cilindre SMC Sèrie CP96 Ø80 Carrera 200	2	202,64	405,28
Cilindre SMC Sèrie CP96 Ø125 Carrera 200	1	364,24	364,24
Cilindre SMC Sèrie CP95 Ø63 Carrera 150	1	174,32	174,32
AC20-F02E (AF+AR+AL 1/4" C/manòmetre)	5	53,96	269,8
SYJA312M2 (vàlvula 3 vies)	15	24,64	369,6
SYJA3220M3 (vàlvula 4 vies)	9	32,67	294,03
TUS0604BU-20 (canonada instal·lació)	3	27,6	82,8
VM430-01-30G (botó "mushroom) vàlvula mecànica)	1	45,6	45,6
994VALLOGRY00 (vàlvula de simultaneïtat)	3	10,72	32,16
VM430-01-02S (palanca de corró d'acer d'acer dur)	12	43	516
TOTAL			3.234,88 €



5. SOLUCIÓ OLEOHIDRÀULICA

5.1. DISSENY DEL CIRCUIT OLEOHIDRÀULIC

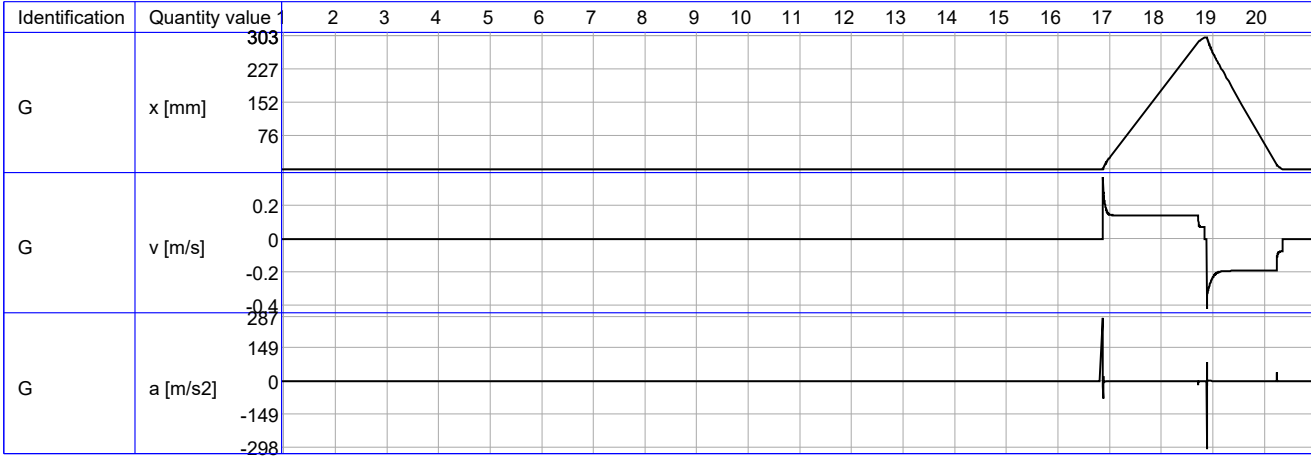
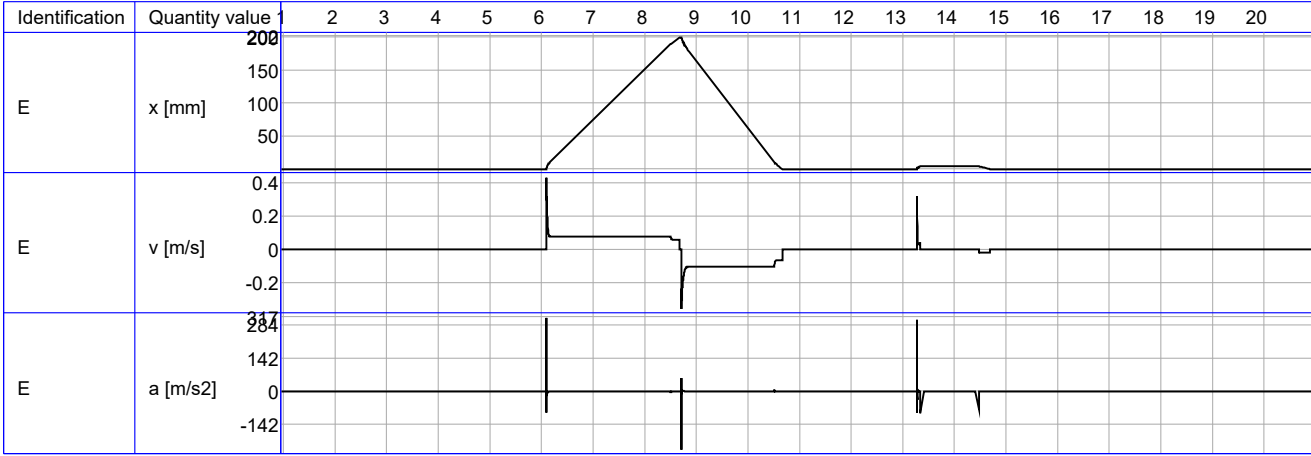
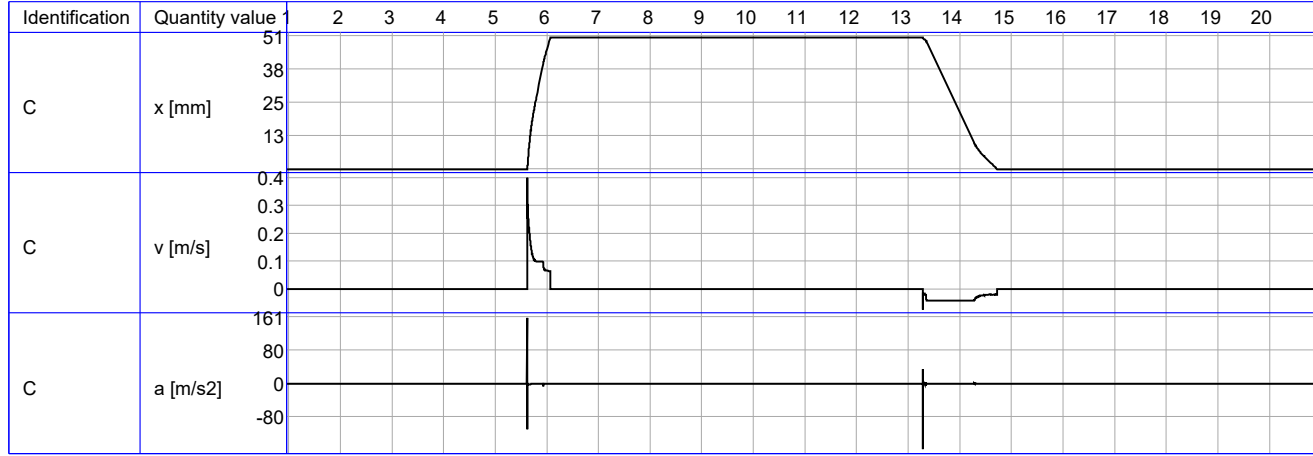
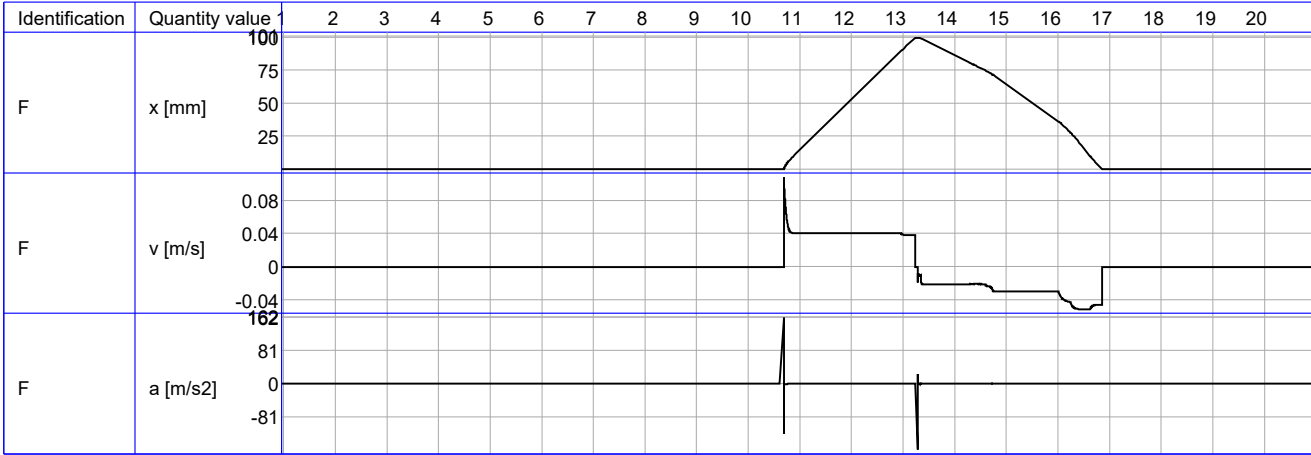
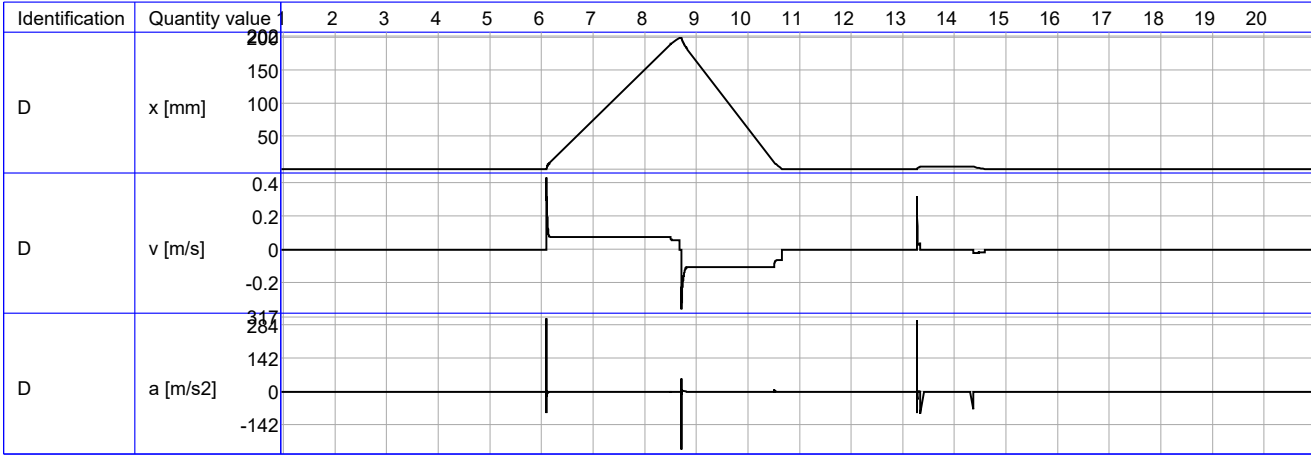
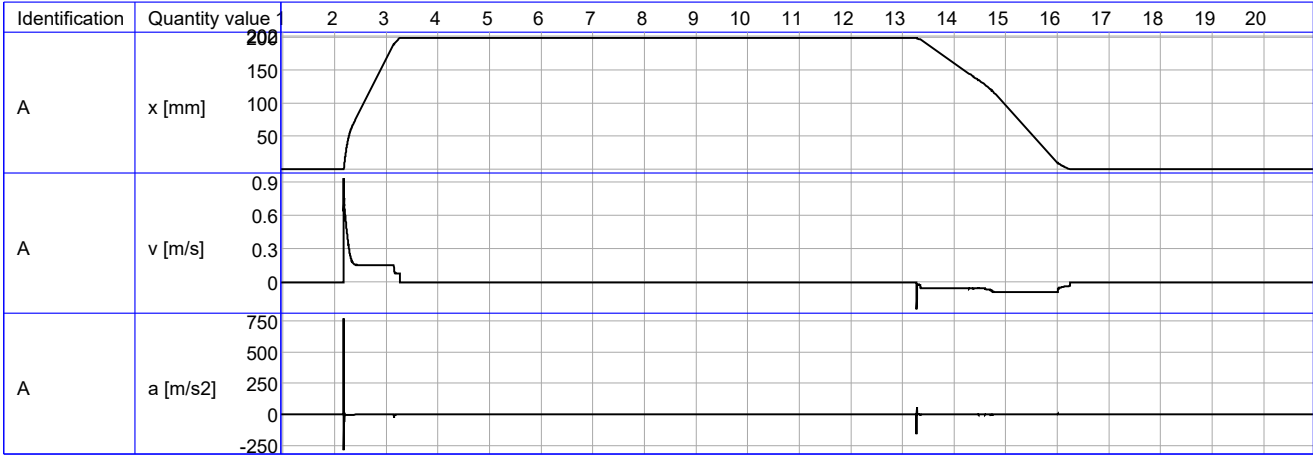
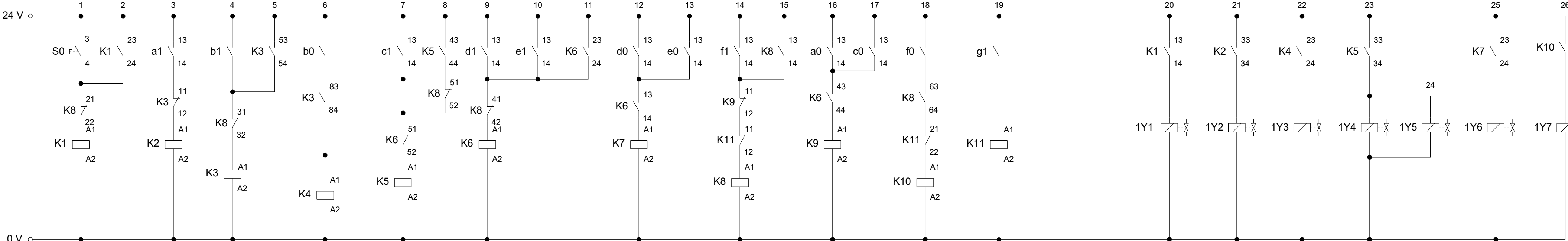
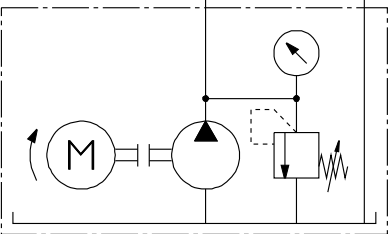
A continuació s'adjunta el disseny del circuit electrohidràulic. En aquest apartat es descriurà de forma resumida del circuit electrohidràulic.

El circuit es podria separar en dues part, per una banda la part elèctrica formada pels diferents contactors i relés, i per altra banda, la part oleohidràulica formada pels actuadors, les vàlvules hidràulics amb accionament elèctric i la bomba hidràulica d'alimentació.

El circuit s'inicia prement el pulsador S0 que activa el relé K1 passant pel contactor normalment tancat K8, aquest activa el contactor normalment obert K1 i activa el relé 1Y1 que activa la vàlvula distribuïdora que porta el mateix nom (1Y1), la del cilindre A i aquest es desplaça a la posició a1, com a conseqüència s'activa el contactor normalment obert a1 que activa el relé K2 passant pel contactor normalment tancat K3. El relé K2 activa el contactor normalment obert K2 i així mateix activa el relé 1Y2, aquest activa la vàlvula distribuïdora que porta el mateix nom, la de l'actuador B i aquest es desplaça a la posició b1 provocant que s'activi el contactor normalment obert b1. El contactor normalment obert b1 activa el relé K3 i aquest activa el contactor normalment tancat K3 de la línia 3 del circuit elèctric i activa el contactor normalment obert K3 de la línia 6 del circuit elèctric. Quan s'activa el contactor normalment tancat K3 de la línia 3, aquest s'obra i desactiva el relé K2 que provoca que es desactivi el relé 1Y2 i l'actuador es desplaci a la posició inicial b0. Per altra banda, tenint activat el contactor normalment obert de la línia 6 i que l'actuador B hagi retornat a la posició b0 activant el contactor normalment obert de la línia 6, activen el relé K4. El relé K4 activarà el relé 1Y3 a través del contactor normalment obert K4 provocant que el cilindre C es desplaci a la posició c1. Aquest procés s'anirà repetint fins que es realitzi cada etapa del circuit. El circuit es podrà tornar a reiniciar tornant a prement el pulsador S0.

SEQUÈNCIA

A + B + B - C + D + E + D - E - F + A - C - F - G + G
a1 b1 b0 c1 d1 e1 d0 e0 f1 a0 c0 f0 g1 g0



5.2. CÀLCULS PER A L'OBTENCIÓ DEL DIÀMETRE DEL CILINDRE

En els següents apartats es calcularà el diàmetre mínim de cada actuator i/o cilindre, aquest diàmetre s'obtéindrà mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1. Per poder obtenir aquest diàmetre s'ha decidit de seleccionar una pressió de treball de 50 bar com a base de tots els càlculs, un cop s'hagi elegit el diàmetre de cada actuator i/o cilindre es recalculerà la pressió per obtenir la pressió real a la qual treballaran. Per altra banda es realitzarà la comprovació a vinculament tal i com s'ha exposat en la secció 2.1.2.2 i finalment es calcularà el cabal d'entrada i sortida de cada actuator i/o cilindre.

S'ha decidit d'escollir una pressió de 50 bar perquè és la pressió que permet fer més real l'estudi i al mateix temps obtenir més diversitat de diàmetres dels actuadors i cilindres. Si s'escollia una pressió més baixa, l'estudi no hauria sigut tan real, ja que en oleohidràulica s'acostuma a treballar a pressions de 50 bar o superiors. En el cas contrari, si s'elegia una pressió més elevada, s'haurien obtingut cilindres de diàmetre reduït i possiblement els mateixos per tots els casos.

5.2.1. CILINDRE A: TOPALL

El cilindre A és l'encarregat del moviment del topall. Com s'ha dit anteriorment, per una banda el topall frenarà el moviment del llistó respecte la cinta i per altra banda, situarà el llistó a la posició desitjada.

El topall ha de “contrarrestar” la força de 1485 N que estarà fent la banda sobre la peça, com s'ha calculat i dimensionat a la Secció 3.3. El primer pas és calcular el diàmetre del pistó. El diàmetre mínim d'un pistó, que es necessita a una pressió determinada per aconseguir una força a compressió requerida, es pot calcular mitjançant l'equació 1 de la Secció 2.1.2.1:

$$d_{min}[cm] = \sqrt{\frac{1,48485 \cdot 400}{\pi \cdot 50}} = 1,944 \text{ cm} \rightarrow 19,44 \text{ mm}$$

Es selecciona un cilindre de diàmetre d'èmbol de 20 mm, diàmetre de tija 10 mm amb una carrera de 200 mm.

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) que es necessita per una carrera del pistó, es calcula mitjançant la superfície efectiva del pistó i la carrera del pistó (L) necessària.

$$V [mm^3] = \frac{\pi \cdot d_e^2 [mm]}{4} \cdot L [mm] \quad (28)$$

$$V [mm^3] = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 200 = 62831,85 \text{ mm}^3 \rightarrow 0,0628 dm^3$$

Per altra banda, coneixent la carrera (L) de la tija i mesurada en temps (t) emprat en la sortida de la tija, es pot conèixer el cabal (Q) necessari per realitzar una carrera, com:

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot V [mm^3]}{10^6 \cdot t [s]} \quad (29)$$

A partir de la taula següent s'elegeix una velocitat del pistó de 25 cm/s. [36]

Cilindros hidráulicos	Hoja del catálogo	Velocidad máxima del pistón
Cilindros tipo bloque con cuerpo de acero	B 1.5094	25 cm/s
Mini-correderas RM	B 1.7384	
Cilindros tipo bloque con cuerpo de aluminio	B 1.554	
Cilindros tipo bloque con vástago del pistón con rosca exterior	B 1.542	50 cm/s
Cilindros hidráulicos	B 1.282	50 cm/s
Cilindros hidráulicos tipo bloque	B 1.590	
Correderas hidráulicas RS	B 1.7385	

Figura 61 Velocitats màximes admissibles de cilindres hidràulics

Un cop coneguda la velocitat del pistó (v), es calcula el temps de carrera (t) del cilindre, mitjançant la següent equació:

$$t [s] = \frac{L [cm]}{v \left[\frac{cm}{s} \right]} \quad (30)$$

$$t [s] = \frac{20}{25} = 0,8 \text{ s}$$

Per tant, s'obté un cabal necessari mitjançant l'equació 29:

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot 62831,85}{10^6 \cdot 0,8} = 4,71 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric. El cabal real (Q_r) té en compte el rendiment volumètric del cilindre on es reflecteixen aspectes com la fuga del fluid per les juntes, i ve donat per la següent expressió:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{Q [L/min]}{\eta} \quad (31)$$

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{4,71}{0,95} = 4,96 \text{ L/min}$$

En general, s'acostuma a agafar un rendiment volumètric del cilindre que té en compte les fuites de 0,95.

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 3,53 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 3,72 \text{ L/min}$$

Per aquest cas s'ha escollit un cilindre hidràulic del tipus CHN de la casa SMC [25]:

Cilindro hidráulico: 7MPa **Serie CHN**

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión m/n. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 60 °C
	Con detector magnético -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $\begin{smallmatrix} +1,0 \\ 0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	251 a 800mm $\begin{smallmatrix} +1,4 \\ 0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Figura 62 Característiques cilindre hidràulic topall

COMPROBACIÓ DEL VINCLAMENT

Fins ara s'han obtingut les següents dades:

- $F_p = 1484,85 \cdot 3,5 = 5196,97 \text{ N} \rightarrow 5197 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,2 \text{ m}$
- $L_p = 2 \cdot L = 0,4 \text{ m}$

Mitjançant l'equació 2 de la secció 2.1.2.2 es calcula el valor de la inèrcia que ens servirà per realitzar la comprovació a vinclament:

$$I = \frac{5196,975 \cdot 0,4^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 4,01 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 4,01 \cdot 10^{-10}}{\pi}} = 9,507 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9,507 \text{ mm}$$

Com que $d=10 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

Un cop comprovat que el cilindre no tindrà problemes de vinclament i dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[\text{bar}] = \frac{F[\text{kN}] \cdot 400}{\pi \cdot d_{\min}[\text{cm}]^2} = \frac{1,48485 \cdot 400}{\pi \cdot 2^2} = 47,26 \text{ bar}$$

5.2.2. CILINDRE B: CINTA

L'actuador B és l'encarregat de fer girar el tambor motriu de la cinta transportadora. Per aquest cas s'ha escollit un actuador hidràulic del tipus HRDA80 de la casa Diprax, el qual ha d'aconseguir un parell de 1039,4 Nm:

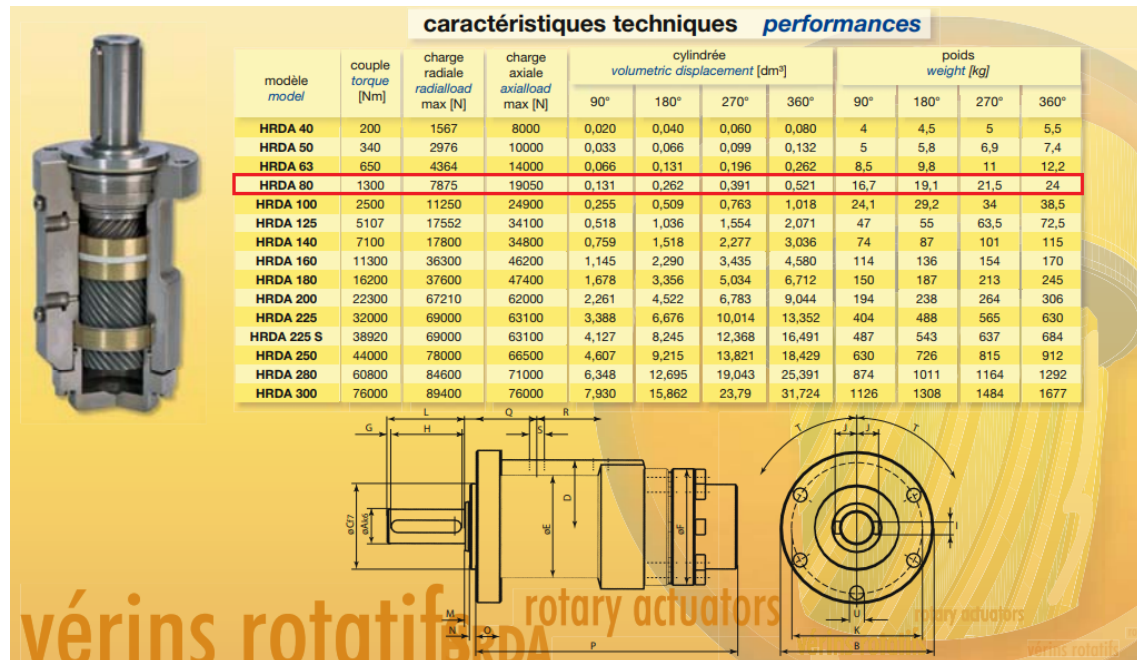


Figura 63 Característiques cilindre hidràulic cinta

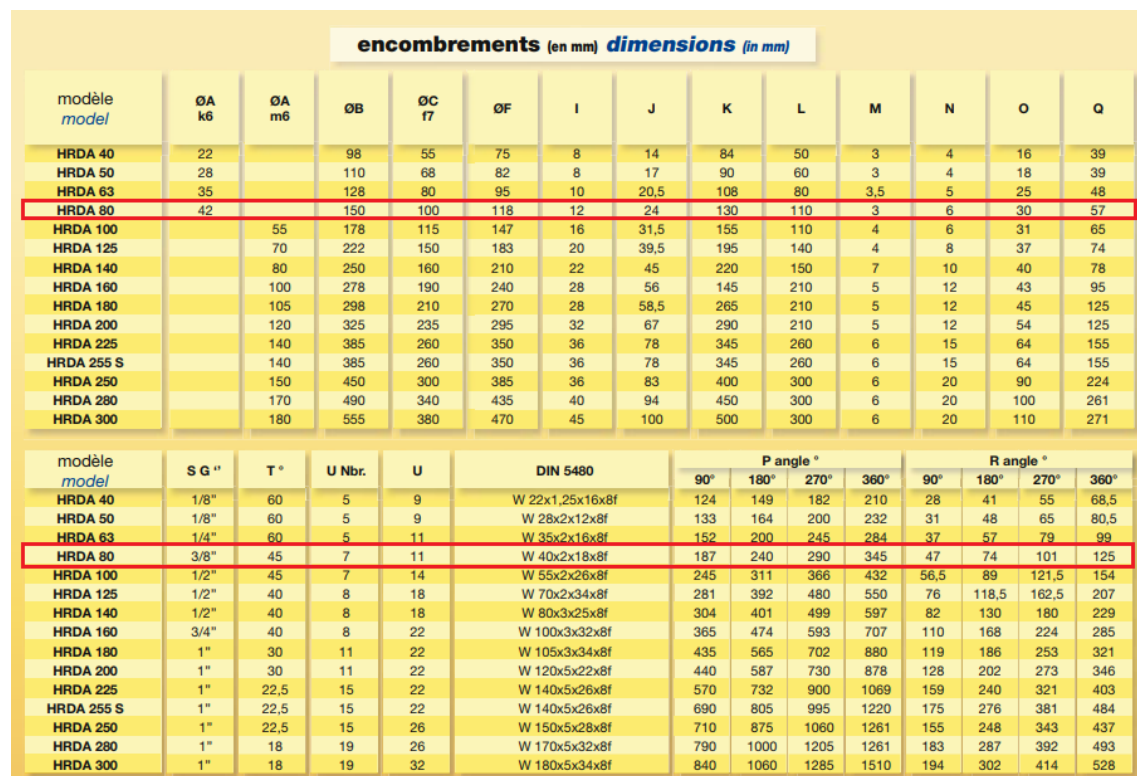


Figura 64 Dimensions cilindre hidràulic cinta

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) requerit mitjançant la equació 28:

$$V [mm^3] = \frac{\pi \cdot 42^2}{4} \cdot 345 = 477977,61 \text{ mm}^3 \rightarrow 0,477 dm^3$$

Un cop coneguda la velocitat del pistó (v), es calcula el temps de carrera (t) del cilindre, mitjançant la equació 29:

$$t[s] = \frac{34,5}{25} = 1,38 \text{ s}$$

Per tant, s'obté un cabal necessari de (es calcula mitjançant la equació 29):

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot 477977,61}{10^6 \cdot 1,38} = 20,78 \text{ L/min}$$

Per tant, s'obté un cabal real (Qr) de (calculat mitjançant equació 31):

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{20,78}{0,95} = 21,87 \text{ L/min}$$

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 17,63 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 18,55 \text{ L/min}$$

Un cop el cilindre dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[bar] = \frac{2 \cdot 400}{\pi \cdot 4,2^2} = 14,43 \text{ bar}$$

5.2.3. CILINDRE C: SUBJECCIÓ

El cilindre C és l'encarregat de subjectar el llistó de fusta, tal i com s'ha exposat anteriorment. El llistó es subjecta per poder realitzar les operacions de trepanat i serrat, ja que sinó es podria moure. Tal com s'ha calculat en la secció 3.2, el llistó té un pes de 1932 N, per tant s'ha decidit de aplicar una força de 2000 N per subjectar i immobilitzar la peça sense tenir la preocupació de que es pugui escapar durant les operacions de foradat i tallat.

El primer pas és calcular el diàmetre del pistó mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 i seguidament seleccionar el diàmetre normalitzar més gran:

$$d_{min}[cm] = \sqrt{\frac{2 \cdot 400}{\pi \cdot 50}} = 2,256 \text{ cm} \rightarrow 22,56 \text{ mm}$$

Es selecciona un cilindre de diàmetre d'èmbol de 25 mm, diàmetre de tija 12 mm i amb una carrera de 50 mm.

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) que es necessita per una carrera del pistó, es calcula mitjançant l'equació 28:

$$V [mm^3] = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 50 = 24543,69 \text{ mm}^3 \rightarrow 0,0245 dm^3$$

Igual que en el cilindre A, s'assumeix una velocitat de 25 cm/s (Figura 58), obtenint el temps de carrera següent:

$$t[s] = \frac{5}{25} = 0,2 \text{ s}$$

Per tant, el cabal necessari (equació 29) ve donat per:

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot 24543,69}{10^6 \cdot 0,2} = 7,36 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric. Per tant, es calcula el cabal real mitjançant l'equació 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{7,36}{0,95} = 7,75 \text{ L/min}$$

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 5,66 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 5,96 \text{ L/min}$$

Per aquest cas s'ha escollit un cilindre hidràulic del tipus CHN de la casa SMC [25]:

Cilindro hidráulico: 7MPa **Serie CHN**

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 80 °C
	Con detector magnético: -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $\begin{smallmatrix} +1,0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	251 a 800mm $\begin{smallmatrix} +1,4 \\ 0 \end{smallmatrix}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Figura 65 Característiques cilindre hidràulic subjecció

COMPROBACIÓ DEL VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 2000 \cdot 3,5 = 7000 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,05 \text{ m}$
- $L_p = 2 \cdot L = 0,1 \text{ m}$

Mitjançant l'equació 2 de la secció 2.1.2.2 es calcula el valor del mòdul d'inèrcia que ens servirà per realitzar la comprovació a vinclament:

$$I = \frac{7000 \cdot 0,1^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 3,37 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 3,37 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 0,00511 \text{ m} = 5,11 \text{ mm}$$

Com que $d=12 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

Un cop comprovat que el cilindre no tindrà problemes de vinclament i dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[\text{bar}] = \frac{2 \cdot 400}{\pi \cdot 2,5^2} = 40,74 \text{ bar}$$

5.2.4. CILINDRES D i E: TREPANTS

Els cilindres D i E són els encarregats de realitzar els forats a la peça final, aquests forats permetran unir les diferents peces mitjançant un tac. En la secció 3.4 s'ha dimensionat i calculat la força que ha de realitzar el cilindre, obtenint un valor de 1519,37 N. Un cop s'ha aconseguit la força que realitzarà cada trepant es dimensionarà l'actuador que serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall. El primer pas és calcular el diàmetre del pistó mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 i seguidament seleccionar el diàmetre normalitzar més gran:

$$d_{min}[\text{cm}] = \sqrt{\frac{1,519375 \cdot 400}{\pi \cdot 50}} = 1,966 \text{ cm} \rightarrow 19,66 \text{ mm}$$

Es selecciona un cilindre de diàmetre d'èmbol de 20 mm, diàmetre de tija 10 mm i amb una carrera de 200 mm.

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) que es necessita per una carrera del pistó, es calcula mitjançant l'equació 28:

$$V [mm^3] = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 200 = 62831,85 mm^3 \rightarrow 0,0628 dm^3$$

Un cop coneguda la velocitat del pistó (v), es calcula el temps de carrera (t) del cilindre, mitjançant la equació 30:

$$t[s] = \frac{20}{25} = 0,8 s$$

Per tant, s'obté un cabal necessari de (es calcula mitjançant l'equació 29):

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot 62831,85}{10^6 \cdot 0,8} = 4,71 L/min$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric. Per tant, es calcula el cabal real mitjançant l'equació 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{4,71}{0,95} = 4,96 L/min$$

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 3,53 L/min$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 3,72 L/min$$

Per aquest cas s'ha escollit un cilindre hidràulic del tipus CHN de la casa SMC [25]:

Cilindro hidráulico: 7MPa Serie CHN

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 60 °C
	Con detector magnético -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $\begin{smallmatrix} +1,0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	251 a 800mm $\begin{smallmatrix} +1,4 \\ 0 \end{smallmatrix}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Figura 66 Característiques cilindre hidràulic trepant

COMPROBACIÓ A VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 1519,375 \cdot 3,5 = 5317,81 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,2 \text{ m}$
- $L_p = L/2 = 0,1 \text{ m}$ (en aquest cas, s'utilitza una longitud de vinclament de $L_p = L/2$, considerant els dos extrems encastats per reduir fricció).

Mitjançant l'equació 2 de la secció 2.1.2.2 es calcula el moment d'inèrcia que ens servirà per realitzar la comprovació a vinclament:

$$I = \frac{5317,81 \cdot 0,1^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 2,56 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 2,56 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 4,781 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,781 \text{ mm}$$

Com que $d=10 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

Un cop comprovat que el cilindre no tindrà problemes de vinclament i dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[\text{bar}] = \frac{1,519375 \cdot 400}{\pi \cdot 2^2} = 48,36 \text{ bar}$$

5.2.5. CILINDRE DE GIR F: SERRA

El cilindre F és l'encarregat de serrar el llistó de fusta per obtenir les diferents peces finals serrades a la mesura desitjada. Un cop s'ha calculat la força que ha de realitzar la serra (Secció 3.5), es dimensionarà l'actuador que serà l'encarregat de moure tot el conjunt del capçal de tall. El primer pas és calcular el diàmetre del pistó mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 i seguidament seleccionar el diàmetre normalitzar més gran:

$$d_{\min}[\text{cm}] = \sqrt{\frac{4,29178 \cdot 400}{\pi \cdot 50}} = 3,305 \text{ cm} \rightarrow 33,05 \text{ mm}$$

Es selecciona un cilindre de diàmetre d'èmbol de 40 mm, diàmetre de tija 18 mm i amb una carrera de 100 mm.

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) que es necessita per una carrera del pistó, es calcula mitjançant l'equació 28:

$$V [\text{mm}^3] = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} \cdot 100 = 125663,70 \text{ mm}^3 \rightarrow 0,1256 \text{ dm}^3$$

Un cop coneguda la velocitat del pistó (v), es calcula el temps de carrera (t) del cilindre, mitjançant la equació 30:

$$t[\text{s}] = \frac{10}{25} = 0,4 \text{ s}$$

Per tant, s'obté un cabal necessari de (es calcula mitjançant l'equació 29):

$$Q \left[\frac{\text{L}}{\text{min}} \right] = \frac{60 \cdot 125663,70}{10^6 \cdot 0,4} = 18,85 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric. Per tant, es calcula el cabal real mitjançant l'equació 31:

$$Q_r \left[\frac{\text{L}}{\text{min}} \right] = \frac{18,85}{0,95} = 19,84 \text{ L/min}$$

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 15,03 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 15,82 \text{ L/min}$$

Per aquest cas s'ha escollit un cilindre hidràulic del tipus CHN de la casa SMC [25]:

Cilindro hidráulico: 7MPa **Serie CHN**

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 80 °C
	Con detector magnético: -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $\begin{smallmatrix} +1,0 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	251 a 800mm $\begin{smallmatrix} +1,4 \\ 0 \end{smallmatrix}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Figura 67 Característiques cilindre hidràulic serra

COMPROBACIÓ A VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 4291,78 \cdot 3,5 = 15021,23 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,1 \text{ m}$
- $L_p = L/2 = 0,05 \text{ m}$ (en aquest cas, s'utilitza una longitud de vinclament de $L_p = L/2$, considerant els dos extrems encastats per reduir fricció).

Mitjançant l'equació 2 de la secció 2.1.2.2 es calcula el moment d'inèrcia que ens servirà per realitzar la comprovació a vinclament:

$$I = \frac{15021,23 \cdot 0,05^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 1,81 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 1,81 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 4,383 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,383 \text{ mm}$$

Com que $d=18 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

Un cop comprovat que el cilindre no tindrà problemes de vinclament i dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[\text{bar}] = \frac{4,29178 \cdot 400}{\pi \cdot 4^2} = 34,15 \text{ bar}$$

5.2.6. CILINDRE G: EMPENYER FUSTA

El cilindre G és l'encarregat d'anar empenyent les peces serrades i foradades de la cinta transportadora a una tina que les anirà emmagatzemant. Per aquest cas, s'estimarà una força de 800 N, la qual serà major que el pes de cadascuna de les peces finals i per tant, no hi haurà oposició per poder desplaçar-les. La peça estarà tallada i com s'ha dit anteriorment, tindrà un pes de 66,66 Kg. Per tant, si el cilindre realitza una força superior al pes de la peça tallada, no tindrà problema en moure-la. El primer pas és calcular el diàmetre del pistó mitjançant l'equació 1 de la secció 2.1.2.1 i seguidament seleccionar el diàmetre normalitzar més gran:

$$d_{\min}[\text{cm}] = \sqrt{\frac{0,800 \cdot 400}{\pi \cdot 50}} = 1,427 \text{ cm} \rightarrow 14,27 \text{ mm}$$

Es selecciona un cilindre de diàmetre d'èmbol de 20 mm, diàmetre de tija 10 mm i amb una carrera de 300 mm.

Seguidament, es calcula el volum d'oli (V) que es necessita per una carrera del pistó, es calcula mitjançant l'equació 28:

$$V [\text{mm}^3] = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 300 = 94247,77 \text{ mm}^3 \rightarrow 0,0942 \text{ dm}^3$$

Un cop coneguda la velocitat del pistó (v), es calcula el temps de carrera (t) del cilindre, mitjançant la equació 30:

$$t[\text{s}] = \frac{30}{25} = 1,2 \text{ s}$$

Per tant, s'obté un cabal necessari de (es calcula mitjançant l'equació 29):

$$Q \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot 94247,77}{10^6 \cdot 1,2} = 4,71 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric. Per tant, es calcula el cabal real mitjançant l'equació 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{4,71}{0,95} = 4,96 \text{ L/min}$$

Un cop s'ha obtingut el cabal en extensió, el següent pas es calcular el cabal en retracció (en la sortida) mitjançant la següent expressió:

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{60 \cdot \frac{\pi \cdot (d_e^2[mm] - d_f^2[mm])}{4} \cdot L[mm]}{10^6 \cdot t[s]} \quad (32)$$

$$Q_s \left[\frac{L}{min} \right] = 3,53 \text{ L/min}$$

No obstant, el valor anterior es tracta d'un valor teòric, el cabal real en la retracció s'obté mitjançant la fórmula 31:

$$Q_r \left[\frac{L}{min} \right] = \frac{3,53}{0,95} = 3,72 \text{ L/min}$$

Per aquest cas s'ha escollit un cilindre hidràulic del tipus CHN de la casa SMC [25]:

Cilindro hidráulico: 7MPa Serie CHN

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 60 °C
	Con detector magnético -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm $^{+1,0}_{0}$
	251 a 800mm $^{+1,4}_{0}$
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Figura 68 Característiques cilindre hidràulic empènyer

COMPROBACIÓ DEL VINCLAMENT

Fins ara s'han aconseguit les següents dades:

- $F_p = 800 \cdot 3,5 = 2800 \text{ N}$
- $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, es a dir, en Pa.
- $L = 0,3 \text{ m}$
- $L_p = 2/L = 0,15 \text{ m}$

Mitjançant l'equació 2 de la secció 2.1.2.2 es calcula el valor del moment d'inèrcia que ens servirà per realitzar la comprovació a vinclament:

$$I = \frac{2800 \cdot 0,15^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 3,039 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 3,039 \cdot 10^{-11}}{\pi}} = 4,98 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,98 \text{ mm}$$

Com que $d=10 \text{ mm}$ no hi ha problemes de vinclament.

Un cop comprovat que el cilindre no tindrà problemes de vinclament i dimensionat, es calcularà la pressió real de treball del cilindre definida anteriorment de 50 bar:

$$p[\text{bar}] = \frac{F[\text{kN}] \cdot 400}{\pi \cdot d_{\min}[\text{cm}]^2} = \frac{0,8 \cdot 400}{\pi \cdot 2^2} = 25,46 \text{ bar}$$

5.3. DIMENSIONAT DE LA BOMBA

La bomba seleccionada, per una banda ha de ser capaç de treballar a una pressió de 50 bar, ja que és la màxima pressió de treball d'aquest circuit. Per altra banda, ha de permetre un cabal de 25,5 L/min, ja que és el cabal més gran que circularà i aquest circularà en la retracció dels cilindres A, C i F. A continuació s'exposa una taula on s'indica el cabal total en cada etapa del procés (tan en l'extensió i en la retracció dels cilindres), d'aquesta forma es coneix el cabal requerit de cada etapa i es demostra el comentari anterior:

Taula 27 Cabals Part hidràulica

ETAPES			CABAL PER ETAPA (L/min)			CABAL TOTAL REQUERIT PER ETAPA (L/min)
A+			4,96			4,96
B+			21,87			21,87
B-			18,55			18,55
C+			7,75			7,75
D+	E+		4,96		4,96	9,92
D-	E-		3,72		3,72	7,44
F+			19,84			19,84
A-	C-	F-	3,72	5,96	15,82	25,5
G+			4,96			4,96
G-			3,72			3,72

Del catàleg de la casa VICKERS es selecciona una bomba model VVS de paletes, de desplaçament variable i de baixa pressió. S'ha decidit de seleccionar una bomba de paletes ja que una de les seves avantatges, és que pot funcionar amb un volum de treball variable, a diferència de les bombes d'engrenatges (solen ser les més comunes i més econòmiques), les quals presenten una cilindrada fixa. Com es pot observar a la taula 28, per cada etapa del procés el cabal és diferent, d'aquí que s'ha elegit una bomba que funcioni amb cabal variable. També es podria controlar utilitzant vàlvules reguladores de cabal i una bomba de cabal fixe. Les vàlvules reguladores de cabal no compensades, tot i esser força econòmiques, presenten l'inconvenient de derivar a tanc el cabal sobrant de la bomba a la pressió de taratge de la limitadora, amb les conseqüents pèrdues energètiques. S'ha escollit una bomba de cabal variable, ja que tot i presentar un cost d'adquisició superior, és una solució energèticament més eficient.

En aquest sentit, les bombes hidràuliques de paletes VVS són bombes de cilindrada variable que treballen amb un compensador de pressió mecànic que permet adequar instantàniament el cabal impulsat a la demanda del circuit, d'aquesta manera el consum energètic és reduït i adequat a cada instant de cicle. Disposen d'un regulador de pressió que manté l'anell de l'estator del grup de bombament en una posició excèntrica a través d'un moll càrrega ajustable; quan la pressió de sortida és igual a la pressió corresponent a la de calibratge del moll, l'anell de l'estator es mou cap al centre, ajustant el cabal de sortida a les necessitats del sistema. Quan la demanda de cabal és nul·la la bomba subministra oli per compensar eventuais degoteigs i alimentar les línies de pilotatge mantenint la pressió del circuit constant.

A continuació s'adjunta la corba de funcionament de la bomba seleccionada:

VVS1-20

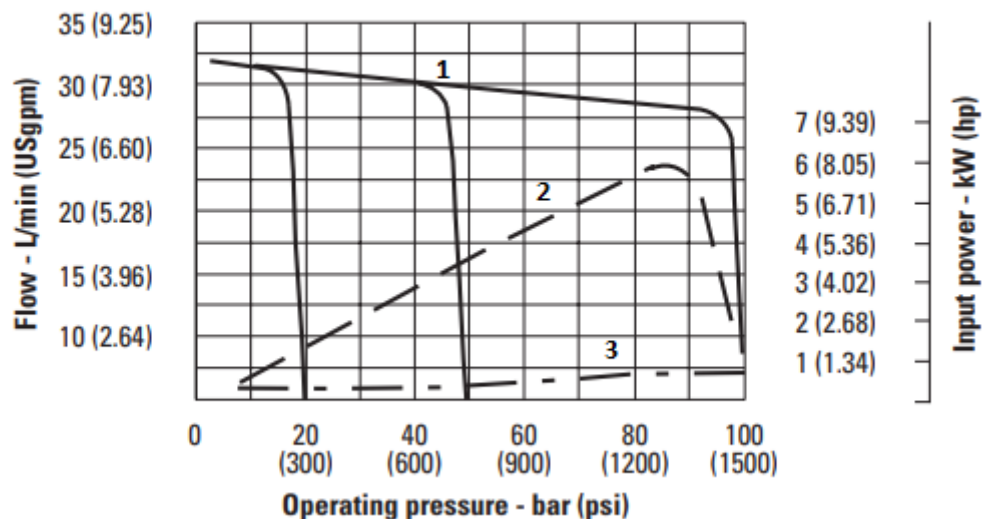


Figura 69 Corba de treball de la bomba seleccionada

Com s'ha exposat anteriorment, s'ha seleccionat una bomba model VVS i mida 1-20, el valor 1 fa referència a la mida de l'estructura i està relacionat amb pressió màxima de la bomba, per tant, la bomba seleccionada té una pressió màxima de 100 bar dintre de les mides de 16, 20 i 25 cm³/r. El valor 20 fa referència a la mida nominal / desplaçament geomètrica, per tant, la bomba té una cilindrada de 20 cm³/r.

De la figura 67 cal destacar tres corbes; la corba 1 és la corba cabal-pressió obtinguda a 1450 revolucions/min, la corba 2 és la corba de la potència absorbida al màxim cabal i la corba 3 és la corba de la potència absorbida a l'anular-se el cabal.

A continuació s'ha agafat la figura 67 i en la corba de treball s'ha marcat els diferents punts de funcionament dels cilindres per etapes, es pot observa que tots els punts de funcionament estan dintre de la corba, per tant, es dona la bomba per vàlida.

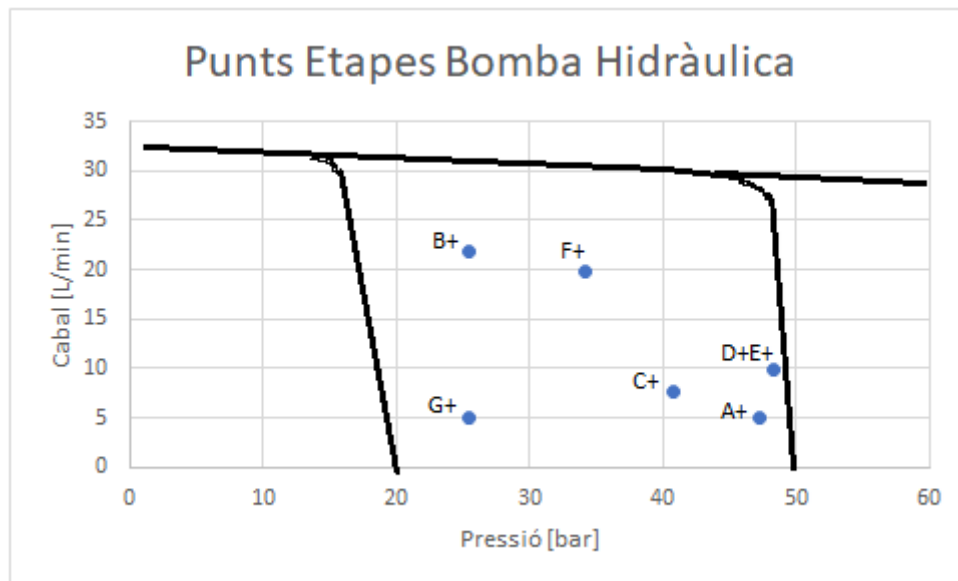


Figura 70 Bomba seleccionada amb els punts de treball

La figura 68 mostra els punts de funcionament de les etapes en l'extensió del cilindre i a més, que tots els punts de funcionament estan dintre de la corba de treball de la bomba.

A continuació s'adjunta un esquema de la bomba que reflecteix l'estructura, els seus components i la direcció del flux:

VVS Pump

See description on page 3.

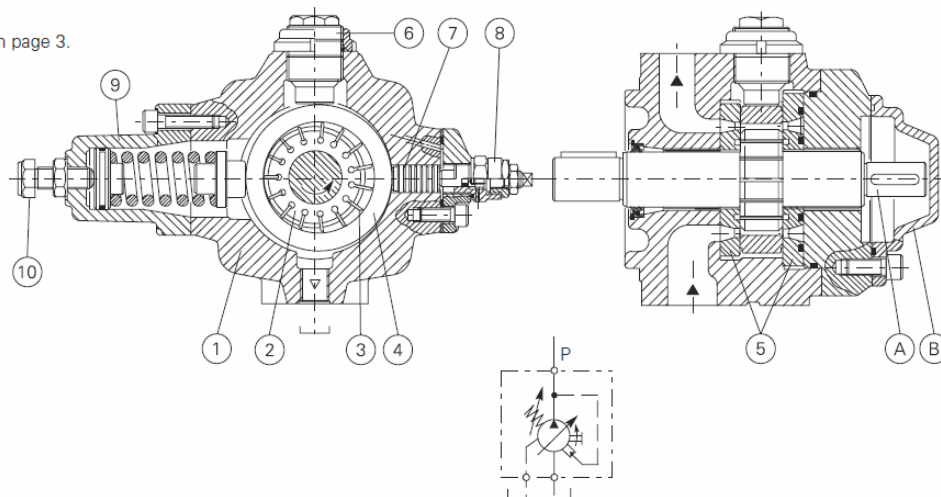


Figura 71 Secció de la bomba seleccionada

Finalment s'adjunten les dades tècniques de la bomba seleccionada model VVS 1-20:

Nominal size	Size 0	Size 1	Size 2	Size 3
Displacement according to ISO 3662 - cm ³ /r (in ³ /r)	6.3 (0.384)	16 (0.976)	31.5 (1.922)	63 (3.844)
	10 (0.610)	20 (1.220)	40 (2.441)	80 (4.882)
	12.5 (0.763)	25 (1.526)	50 (3.051)	100 (6.102)
Actual displacement - cm ³ /r (in ³ /r)	6.9 (0.421)	17.9 (1.092)	34.5 (2.105)	69 (4.211)
	11 (0.671)	22.1 (1.349)	42.8 (2.612)	86.2 (5.260)
	13.1 (0.799)	26.9 (1.642)	53.1 (3.240)	105.5 (6.438)
Mounting flange type (See model code, page 5.)	ISO 3019/2	ISO 3019/2	ISO 3019/2	ISO 3019/2
	4-bolt	4-bolt	SAE C 2-bolt	SAE C 2-bolt
		Base plate	Base plate	Base plate
Maximum working pressure - bar (psi)	150 (2200)	100 (1500)	100 (1500)	80 (1200)
Allowed maximum drain port pressure - bar (psi)	1 (14.5)			
Inlet pressure (absolute) - bar (psi)	0.8-1.5 [11.6-21.8]			
Speed range - r/min	800 to 1800			
Rotation direction (viewed from shaft end)	Right-hand (clockwise)			
Loads on drive shaft	No radial or axial loads allowed			
Maximum torque on primary shaft - Nm (lbf-in)	110 (974)	197 (1744)	400 (3540)	740 (6550)
(See pages 28 and 30 for torque requirements of combined pumps.)				
Hydraulic fluid	Mineral oil - HM according to ISO 6743/4 - HLP according to DIN 51524/2			
	Organic ester HFD-V according to ISO 6743/4 (QUINTOLUT-SRIC N822-300)			
Viscosity range at working temperature - mm ² /s (cSt)	23 to 68			
Recommended viscosity - mm ² /s (cSt) at 50°C (122°F)	32			
Viscosity index	100 minimum			
Fluid temperature range - °C (°F)	-10/+50 [14/122]			
Maximum fluid contamination level	Class 9 per NAS 1638, or class 18/16/13 per ISO 4406			
Weight - kg (lb)	6.5 (14.3)	12 (26.5)	32 (70.5)	44 (97)
In case of different operating conditions, contact Eaton Hydraulics.				

Figura 72 Dades tècniques de la bomba



5.4. CÀLCUL DE LA TUBERIA

Un cop s'ha calculat el cilindre actuator i els seus paràmetres de disseny (cabal de fluid, geometria), el següent pas és dimensionar els diàmetres dels conductes que condueixen el fluid hidràulic fins als actuadors.

El càlcul del diàmetre dels conductes es realitza a partir del cabal (Q) que arriba fins al cilindre actuator, que és una dada coneguda i calculada segons l'apartat 5.2.

En efecte, la velocitat del fluid hidràulic (v) per l'interior dels conductes està relacionada amb el cabal (Q) mitjançant la següent expressió:

$$Q = v \cdot A$$

On A és l'àrea de la secció interna de la canonada ($\pi \cdot D^2/4$), essent D el diàmetre interior de la canonada.

Per tant, substituint i aïllant v de l'expressió anterior, el valor de la velocitat (v) del fluid que discorre per l'interior d'una canonada pot ser expressada en funció del cabal (Q) i del diàmetre (D) de la canonada, com:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Com a norma general, el diàmetre (D) de qualsevol canonada de conducció d'oli hidràulic s'elegirà de manera que la velocitat (v) del fluid pel seu interior es mantingui dins d'un rang de velocitats. En la pràctica s'aplica un valor estàndard de velocitat de 4 m/s en els conductors per a canonades d'impulsió fins a 50 bar de pressió de treball [23].

Taula 28 Diàmetres estàndards de canonades hidràuliques

Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Diámetro Nominal DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]
1/8	6	6	150	48	1200
1/4	8	8	200	52	1300
3/8	10	10	250	56	1400
1/2	15	12	300	60	1500
3/4	20	14	350	64	1600
1	25	16	400	68	1700
1 1/4	32	18	450	72	1800
1 1/2	40	20	500	76	1900
2	50	24	600	80	2000
2 1/2	65	28	700	88	2200
3	80	32	800	96	2400
3 1/2	90	36	900	104	2600
4	100	40	1000	112	2800
4 1/2	115	42	1050	120	3000
5	125	44	1100	128	3200

Seguidament, es tindrien els diferents diàmetres de canonada per als diferents cilindres actuadors:

- Cilindre A: Topall

$$D(m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,26 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 4}} = 5,129 \cdot 10^{-3} m \rightarrow 5,129 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$

- Cilindre C: Subjecció

$$D(m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,29 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 4}} = 6,412 \cdot 10^{-3} m \rightarrow 6,412 \text{ mm} \rightarrow 8 \text{ mm}$$

- Cilindre D i E: Trepant

$$D(m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,26 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 4}} = 5,129 \cdot 10^{-3} m \rightarrow 5,129 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$



- Cilindre F: Serra

$$D(m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,306 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 4}} = 0,0102 \, m \rightarrow 10,26 \, mm \rightarrow 15 \, mm$$

- Cilindre G: Empènyer

$$D(m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot v \left(\frac{m}{s} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,26 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 4}} = 5,129 \cdot 10^{-3} m \rightarrow 5,129 \, mm \rightarrow 6 \, mm$$

5.5. COST DELS COMPONENTS OLEOHIDRÀULICS

A continuació s'adjunta el cost dels components hidràulics que componen el procés [31]:

Taula 29 Pressupost dels components oleohidràulics

DENOMINACIÓ	QUANTITAT	COST UNITARI (€/u)	TOTAL (€)
Actuador de gir HRDA80 DIPRAX	1	523,77 €	523,77 €
Cilindre SMC Sèrie CHN Ø20 Carrera 200	3	93,67 €	281,01 €
Cilindre SMC Sèrie CHN Ø25 Carrera 50	1	112,25 €	112,25 €
Cilindre SMC Sèrie CHN Ø40 Carrera 100	1	155,09 €	155,09 €
Cilindre SMC Sèrie CHN Ø20 Carrera 300	1	96,86 €	96,86 €
Bomba VICKERS VVS1-20	1	1.350,00 €	1.350,00 €
Mànega hidràulica-6	3	34,50 €	103,50 €
Mànega hidràulica-8	1	38,40 €	38,40 €
Mànega hidràulica-15	1	44,20 €	44,20 €
DPG8001 Manòmetre digital hidràulic OMEGA	6	357,00 €	2.142,00 €
Vàlvula de control RS283-4007 RS	5	63,87 €	319,35 €
Filtre de aspiració LSE8C HIDRAFLEX	1	14,15 €	14,15 €
Vàlvula de aullejament RS398-9136 RS	6	37,90 €	227,40 €
Filtre de retorn OMTF40BN HIDRAFLEX	1	51,30 €	51,30 €
TOTAL			5.459,28 €

6. ANÀLISI COMPARATIU

La pneumàtica i la oleohidràulica s'encarreguen respectivament de l'estudi de les propietats i aplicacions dels gasos comprimits i dels líquids. Encara que les aplicacions dels fluids (gasos i líquids) no són noves, el que si és relativament recent és la seva ocupació en circuits tancats en forma de sistemes de control i actuació. Un problema d'automatització i control es pot resoldre emprant mecanismes, circuits elèctrics i electrònics, circuits pneumohidràulics o bé una combinació de tot això.

La diferència fonamental entre els sistemes pneumàtics i els hidràulics és que en aquests últims el sistema de distribució ha de ser un circuit tancat. Els sistemes hidràulics són semblants als pneumàtics, però en lloc d'emprar aire comprimit utilitzen oli per acumular l'energia que serà convertida posteriorment en energia mecànica amb la finalitat de produir un treball a través dels elements actuadors del sistema. Els circuits pneumàtics tenen com a missió la creació d'aire comprimit, la seva distribució i control per efectuar un treball útil per mitjà d'uns elements actuadors anomenats cilindres. L'aire és il·limitat i es troba disponible gratuïtament en qualsevol lloc. No necessita conductes de retorn; la qual cosa implica que l'aire utilitzat passa de nou a l'atmosfera.

Els avantatges que es poden destacar de la pneumàtica són:

- Transportable (a més els conductes de retorn són innecessaris).
- Es pot emmagatzemar en dipòsits.
- Resistent a les variacions de temperatura.
- És segur, antideflagrant (no hi ha perill d'explosió ni incendi).
- Net (el que és important per a indústries com les químiques, alimentàries, tèxtils, etc.).
- Els elements que constitueixen un sistema pneumàtic són simples i de fàcil comprensió.
- La velocitat de treball és alta.
- Tant la velocitat com les forces són regulables d'una manera contínua.
- La pneumàtica és útil per a esforços que requereixin precisió i velocitat.

Les majors desavantatges que posseeix enfront d'altres tipus de font d'energia, són:

- Necessita de preparació abans de la seva utilització (eliminació d'impureses i humitat).
- A causa de la compressibilitat de l'aire, no permet velocitats dels elements de treball regulars i constants.
- Els esforços de treball són limitats (fins a 30000 N).
- És sorollós, a causa de les fuites d'aire després de la seva utilització.



Els avantatges que es poden destacar de l'oleohidràulica són:

- Transmissió de forces
- Posicionament exacte
- Arrencada des de zero amb càrrega màxima
- Moviments homogenis i independents de la càrrega
- Bones característiques de comandament
- Protecció de sobrecàrrega

Les majors desavantatges que posseeix l'oleohidràulica són:

- Contaminació de l'entorn
- Sensibilitat a la brutícia
- Dependència de la temperatura

Anàlisis comparatiu entre els resultats de l'estudi:

A continuació s'exposen dos taules per resumir els valors obtinguts en el dimensionament dels cilindres i actuadors:

Taula 30 Resum solució pneumàtica

PNEUMÀTICA	Força [N] *Parell [N·m]	Diàmetre èmbol[mm]	Diàmetre tija [mm]	Carrera [mm] *Rang Angular[º]	Pressió [bar]	Cabal sortida tija [L/min]	Cabal entrada tija [L/min]
Cilindre A	1484,85	80	25	160	6	150,79	136,07
Actuador B	1039,4 *	63	20	0-360*	6	93,51	84,09
Cilindre C	2000	100	25	200	6	235,62	220,89
Cilindre D	1519,37	80	25	200	6	150,79	136,07
Cilindre E	1519,37	80	25	200	6	150,79	136,07
Cilindre F	4291,78	125	32	200	6	368,15	344,02
Cilindre G	800	63	20	250	6	93,51	84,09

Taula 31 Resum solució hidràulica

HIDRÀULICA	Força [N] *Parell [N/m]	Diàmetre èmbol[mm]	Diàmetre tija [mm]	Carrera [mm] *Rang angular [º]	Pressió [bar]	Cabal Real [L/min]
Cilindre A	1484,85	20	10	200	47,26	4,96
Actuador B	1039,4 *	42	18	0-360*	14,43	21,87
Cilindre C	2000	25	12	50	40,74	7,75
Cilindre D	1519,375	20	10	200	48,36	4,96
Cilindre E	1519,375	20	10	200	48,36	4,96
Cilindre F	4291,78	40	18	100	34,15	19,84
Cilindre G	800	20	10	300	25,46	4,96

En les taules 30 i 31 s'observa que el cilindre F és el cilindre amb característiques majors (sense contar l'actuador B), aquest cilindre és l'encarregat de moure el conjunt de la serra, aquest és el que ha de realitzar una força major d'aquí que sigui el cilindre amb major diàmetre. Per contra, el cilindre G és el cilindre amb característiques menors, aquest cilindre és l'encarregat d'anar espentejar els llistons de fusta acabats de la cinta transportadora al silo. Per altra banda, en les taules també apareix l'actuador B que és l'únic component que no és cilindre. Aquest actuador és l'encarregat de fer funcionar la cintra transportadora, es tracta d'un actuador de gir el qual dona un parell, a diferència dels altres que donen una força. A més, aquest actuador és el que utilitza més cabal.

La comparació de les taules 30 i 31 evidencia que els actuadors pneumàtics són de dimensions majors respecte als actuadors oleohidràulics requerits per fer el mateix treball. Això és degut a que els components oleohidràulics amb unes dimensions menors són capaços de realitzar la mateixa força donat que treballen a pressions sensiblement superiors. Així, en la solució pneumàtica s'utilitza una pressió de 6 bar que és molt comuna en moltes fàbriques, però en l'oleohidràulica s'ha utilitzat baixa pressió 50 bar, ja que les forces de treball es podien dur a terme mitjançant baixa pressió.

A nivell de cabal de fluid succeeix el mateix que s'ha comentat amb les dimensions dels actuadors, com que els actuadors pneumàtics són de dimensions superiors, com a conseqüència el cabal que circularà pels mateixos serà superior.

A nivell de costos, el sistema oleohidràulic presenta un desavantatge, ja que el seu cost és de 5459,28 €, enfront els 3.234,88 € del circuit pneumàtic. Cal dir però, que una part important d'aquesta diferència és deguda a que en el circuit oleohidràulic s'ha inclòs el preu de la bomba. El fet d'incloure la bomba, si bé suposa un sobrecost, també proporciona una autonomia al sistema oleohidràulic, donat que aquest pot ser ubicat en qualsevol nau, a diferència del que passa amb el pneumàtic, que requereix una xarxa d'aire comprimit al qual connectar-se. Per altra banda, els components oleohidràulics també requereixen més manteniment que els pneumàtics.

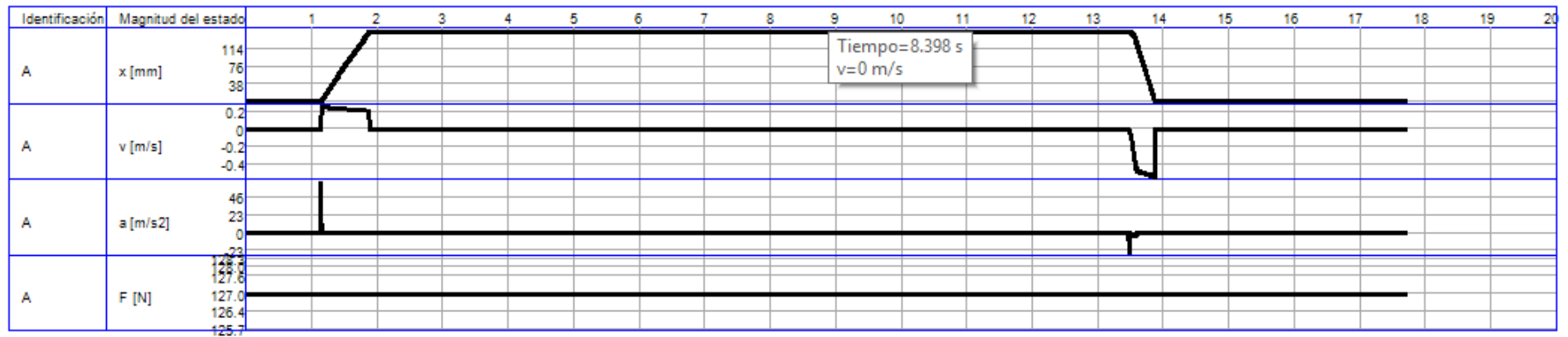


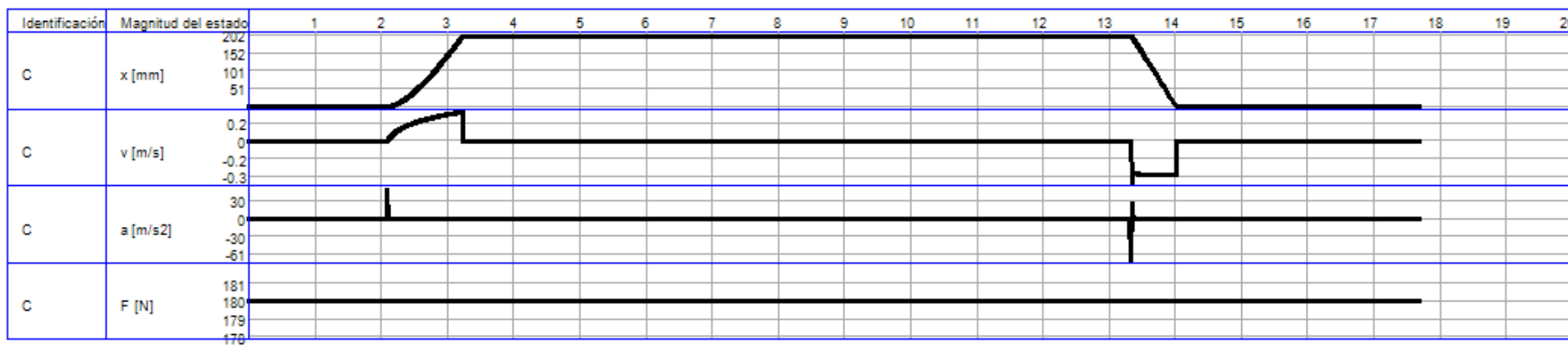
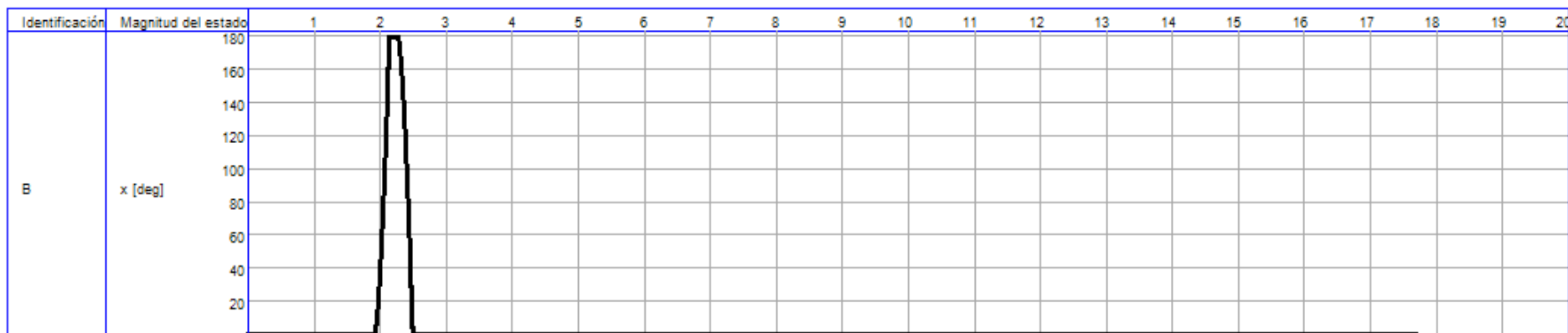
Els avantatges de la electropneumàtica i electrohidràulica sobre la pneumàtica i la hidràulica pura són òbvies i es concreten en la capacitat que tenen l'electricitat i l'electrònica per emetre, combinar, transportar i seqüenciar senyals, que les fan extraordinàriament idònies per complir aquesta finalitat. Se sol dir que la pneumàtica i la hidràulica són la força i l'electricitat els nervis del sistema.

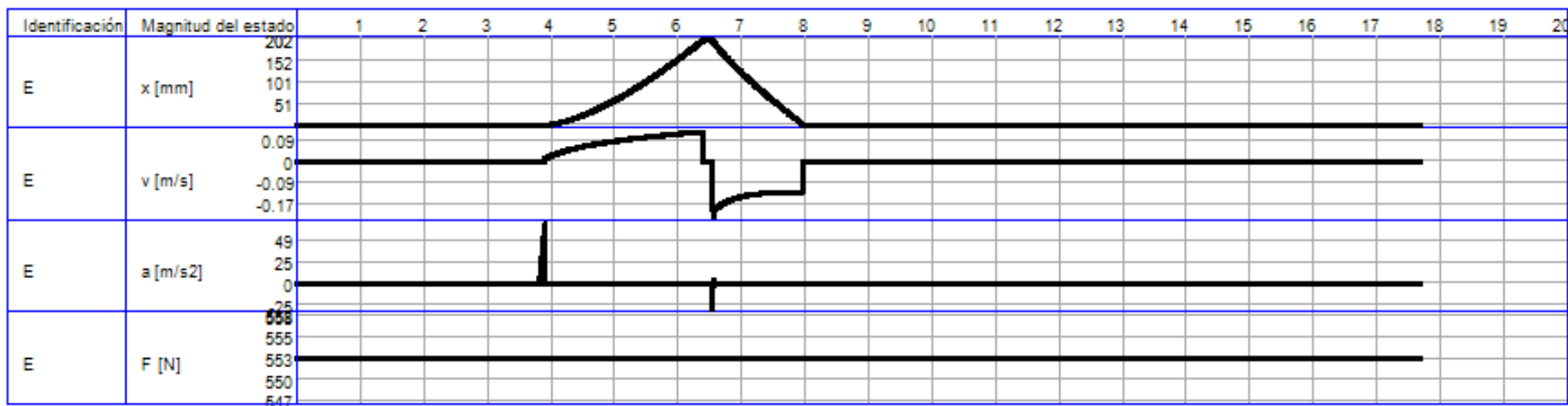
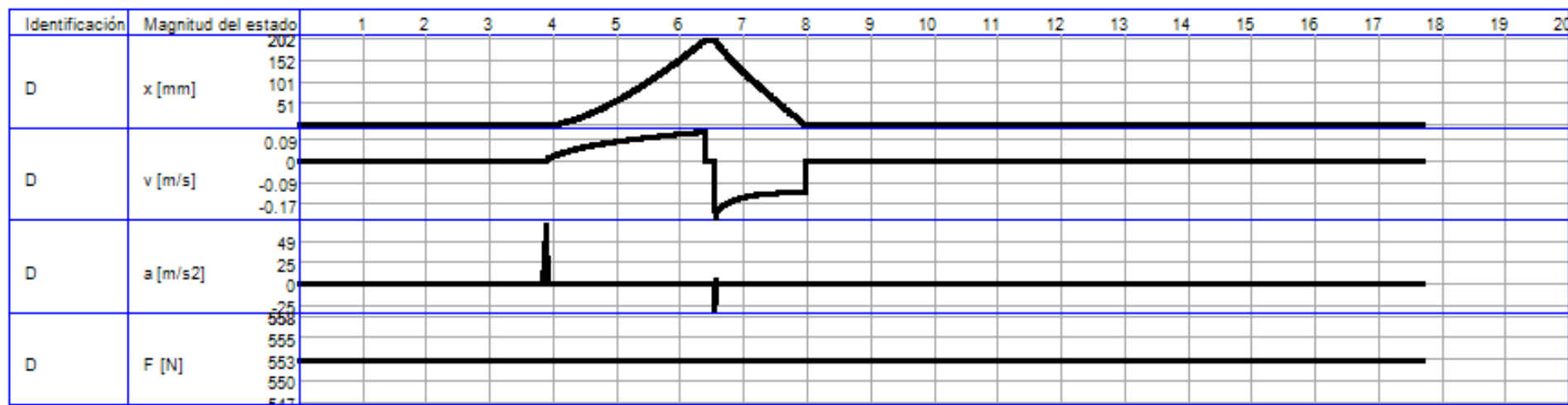
A nivell de dissenyar el circuit, incloure la part elèctrica en el circuit pneumàtic o bé en el circuit hidràulic, simplifica molt la complexitat d'aquest i el disseny del mateix, ja que comandes les vàlvules i l'alimentació a través de l'electrònica, mitjançant autòmats programables o PC.

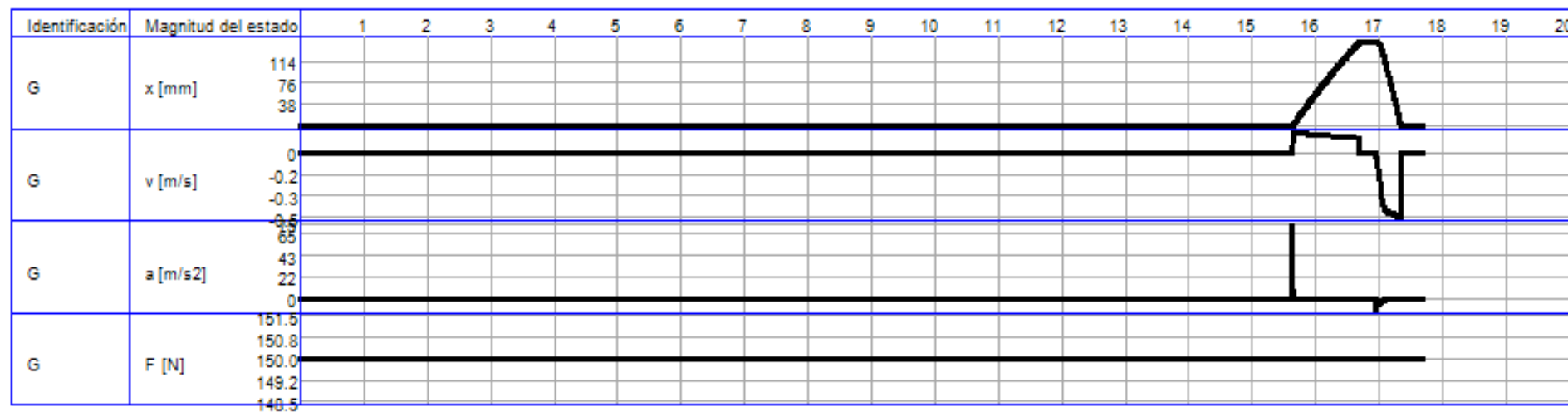
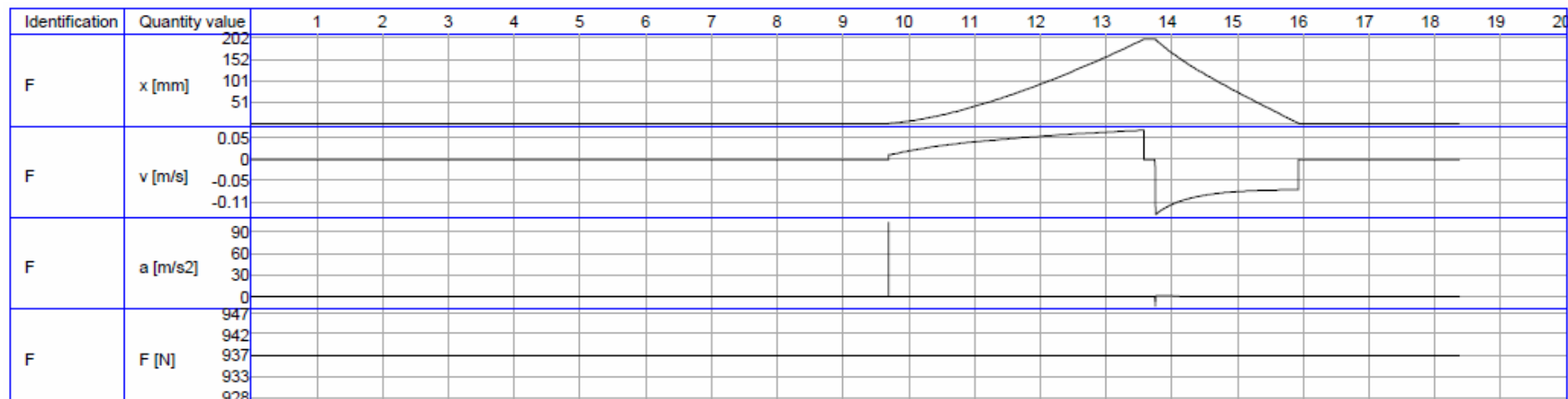
Gràfiques FluidSIM Circuit Pneumàtic:

A continuació s'adjunten les gràfiques de la simulació realitzada mitjançant l'eina Fluidsim, les quals permeten veure l'evolució del procés i l'evolució de cada cilindre i actuator. La primera fila de les gràfiques fa referència a la posició, la segona a la velocitat, la tercera a l'acceleració i la quarta a la força. Les gràfiques ajuden a veure visualment les etapes del procés, mitjançant la fila de posició es pot observar com el cilindre passa de la posició A+ o A- respectivament, al mateix temps, mitjançant la fila velocitat es pot observar a la velocitat que ho realitza i amb la tercera fila amb quina acceleració. Únicament s'adjunten les gràfiques de la simulació del circuit pneumàtic mitjançant l'eina Fluidsim amb la finalitat de demostrar la potència de l'eina i perquè les gràfiques de les simulacions tant per la pneumàtica, electropneumàtica o electrohidràulica són molt semblants.









7. CONCLUSIONS

En aquest estudi s'ha plantejat un “problema” inicial (procés manual), s'han presentat dues resolucions diferents (pneumàtic i oleohidràulica). En la fase inicial del treball es tenien nocions bàsiques referent a la pneumàtica i l'oleohidràulica i encara que en la carrera hi hagi una optativa, en el seu dia es va optar per un altra. Per consegüent en la fase inicial els coneixements de partida envers al tema eren fluïxos, per tal d'assolir coneixements es van realitzar diverses cerques bibliogràfiques i tutories amb el director del treball. El primer punt de partida va ser definir les tasques que realitzarien en el procés per si era viable o no l'ús de la pneumàtica o oleohidràulica i el mètode sistemàtic pel qual es resoluria el treball, un cop definit es va atacar la primera resolució, començant per una part teòrica i seguit per la part pràctica, es va seguir el mateix mètode per la segona resolució.

La realització del treball ha permès profunditzar els coneixements bàsics que es tenien sobre la pneumàtica i l'oleohidràulica. Així, s'ha après la importància de conèixer la simbologia emprada tant en la pneumàtica com en l'oleohidràulica, ja que aquests símbols encara que hagin sigut pocs, defineixen un procés important d'etapes de generació, preparació i distribució on s'ha de seguir una seqüència lògica que faci arribar a l'eficiència del sistema corresponent. A més, substituir activitats manuals per dispositius pneumàtics, oleohidràulics o combinats amb la electrònica, només és un pas dins del procés d'automatització de la producció industrial. Aquest pas està encaminat, a l'igual que molts altres, a obtenir la màxima producció amb un cost mínim. Així mateix, s'ha après el funcionament de tot el circuit, des del compressor fins a l'actuador que realitza l'acció (en el cas de la pneumàtica), la distinció de les diferents vàlvules que poden intervindre en el sistema i la funcionalitat de cadascuna (o majoria).

En l'estudi s'ha observat que els actuadors són elements importants en la indústria, ja que gràcies a ells és possible que màquines, robots o dispositius puguin realitzar diverses tasques amb la finalitat de generar el moviments dels elements d'aquests. A més, s'ha après a realitzar els càlculs corresponents pels seu dimensionament i així poder-los escollir del catàleg, a banda de conèixer els diferents tipus d'actuadors que hi ha al mercat.

Els sistemes pneumàtics juguen un paper clau en aquells processos en els quals la higiene i la precisió són de summa importància, com és el cas de les instal·lacions de la indústria alimentària, entre d'altres. Altrament, els sistemes oleohidràulics permeten que una sola persona pugui traslladar, fàcil i ràpidament, grans quantitats de material.



Finalment, l'ús de l'eina/software Fluidsim ha sigut molt important i interessant, perquè permet realitzar simulacions variades, complexes i facilita el procés d'aprenentatge de l'usuari en la matèria donat que disposa d'un bon nombre de recursos didàctics. Per exemple, l'eina Fluidsim ha servit per identificar el sistema pneumàtic i l'oleohidràulic, aprendre a connectar els components, agrupar els errors que sorgien en els primers dissenys del circuit, ajustar-los, corregir-los, entendre les simulacions i per recordar que l'electrònica va de la mà amb la pneumàtica i l'oleohidràulica. Tot i això, no cal oblidar que les situacions reals seran més interessants d'afrontar que l'aprenentatge mitjançant els simuladors, perquè sempre es presentaran situacions diferents i no s'idealitzaran els resultats.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Universitat Tecnològica de Panamá, Diseño de redes de aire comprimido y selección de Componentes neumáticos, Francisco Javier Henao Castañeda, Document actiu, <http://media.utp.edu.co/tecnologia-mecanica/archivos/M%C3%93DULO%201.pdf>, (accés Juliol 2017)
- [2] Platea., 7.-Actuadores Neumáticos, J.Garrigós, Document actiu, http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/7_actuadores_neumaticos.pdf, (accés Juliol 2017)
- [3] Biomass Trade Centre², Taules equivalències, Document actiu, www.biomasstradecentre2.eu/scripts/download.php?file=/Taules_equivalencies.pdf, (accés Setembre 2017)
- [4] Código Técnico del Acero, Marzo 2006, Documento Básico SE-A, Seguridad estructural del Acero, Document Actiu, http://www.upct.es/~minaees/codigo_tecnico_acero.pdf (accés Setembre 2017)
- [5] Parker, Abril 2011, Actuadores Giratorios Neumáticos, Parker Hannifin España SA, https://www.parker.com/literature/Pneumatics%20Division%20Europe/PDE-Documents/PRO-PRN_Technical%20Catalogue-ES.pdf (accés Juny 2017)
- [6] Red Tecnológica MID, Plataforma de novedades, consultas y negocios, 2017, Cálculo de la Banda Transportadora, Forbo Movement Systems, Document Actiu, https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-06-21_09-06-57105684.pdf, (accés Juny 2017)
- [7] Mirka, Calculadora de Bandes, <https://www.mirka.com/es/es/Abrasivos/CalculadoradeBandas/>, (accés Juny 2017)
- [8] Ulma, 2014, Rodillos Ulma, Ulma, Document actiu, <http://www.ulmaconveyor.com/wp-content/uploads/sites/6/2014/10/RodillosULMA.pdf>, (accés Juny 2017)
- [9] SMC, 2016, Catàleg Actuadors de gir pneumàtics, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/CRA1-C-Z_ES.pdf, (accés Juliol 2017)
- [10] SMC, 2016, Catàleg Actuadors de gir pneumàtics compactes tipus pinyó-cremallera, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/CRQ2_ES.pdf, (accés Gener 2018)
- [11] SMC, 2016, Catàleg Actuadors de gir pneumàtics compactes compacte lineal i rotatiu, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/MRQ_ES.pdf, (accés Gener 2018)

- [12] SMC, 2017, Catàleg Cilindres ISO C96-B, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/C96-C-B_ES.pdf, (accés Octubre 2017)
- [13] Universidad del País Vasco, 2011, Módulo III: Mecanizado por arranque de viruta, Dpto. De ingeniería mecánica, http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/725_ca.pdf, (accés Novembre 2017)
- [14] Universidad Politécnica de Madrid, 2010, Control de las Fuerzas de Fresado Mediante Actuadores Piezoeléctricos, D. Eduardo Diez Cifuentes, http://oa.upm.es/7585/1/EDUARDO_DIEZ_CIFUENTES.pdf, (accés Novembre 2017)
- [15] Eva María Rubio Alvir, Miguel Ángel Sebastián Pérez, 2011, Ejercicios y problemas de mecanizado, ed. Pearson, <https://es.slideshare.net/cvalenzuelagonzales/171352240-ejerciciosyproblemasdemecanizado>, (accés Novembre 2017)
- [16] Eurobloc, 2012, Maderas para embalajes, tacos de palet, web activa, <https://www.euroblock.com/es/productos/madera-para-embalajes/>, (accés Novembre 2017)
- [17] Zubiola, Madera & Construcción, información técnica, Zubiola Diamond Tools Solutions, http://www.zubiola.es/documentos/catalogos/00-13-20-04-mad-inf.-tec.-20151024_es.pdf, (accés Desembre 2017)
- [18] Hegasa, 2013, Información técnica, ed. CIT-13-02, Hegasa herramientas de Galicia, http://www.hegasa.com/catalogos/INFORMACION_TECNICA.pdf, (accés Desembre 2017)
- [19] SMC, 2017, Catàleg Cilindres ISO C96-C-B, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/CP96-C-B_ES.pdf (accés Desembre 2017)
- [20] Clemente Roberto, Dávila Bryhams, Pablo Bravo, 2014, Diseño de una sierra de mesa para la tapicería mariscal de sucre ubicada en mariara estado Carabobo, document actiu, <https://es.scribd.com/document/332191625/Calculo-y-Disenio-de-Sierra-Para-Madera>, (accés Gener 2018)
- [21] AKE, 2008, Catálogo de cierras circulares, Ake Cutting & better, document actiu, http://vaifer.com/archivos/pdf/sierrascirculares_seccionar.pdf, (accés Gener 2018)
- [22] SMC, 2017, Catàleg Cilindres ISO C95, SMC, Document actiu, https://content2.smctech.com/pdf/ISO-C95_ES.pdf, (accés Gener 2018)
- [23] Ingemecanica, 2018, Sistemas Hidráulicos de Transmisión de Potencia, ingemecánica, web activa, <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>, (accés Febrer 2018)



- [24] [Cursos AIU EDU, 2015, Sistemas Hidráulicos,](https://cursos.aiu.edu/sistemas%20hidraulicas%20y%20neumaticos/pdf/tema%201.pdf)
[https://cursos.aiu.edu/sistemas%20hidraulicas%20y%20neumaticos/pdf/tema%201.p](https://cursos.aiu.edu/sistemas%20hidraulicas%20y%20neumaticos/pdf/tema%201.pdf)
[df](https://cursos.aiu.edu/sistemas%20hidraulicas%20y%20neumaticos/pdf/tema%201.pdf) (accés Febrer 2018)
- [25] SMC, 2018, Catàleg actuadors hidràulics, SMC, Web activa,
[https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_features_list.](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_features_list.jsp?dc_product_id=49409)
[jsp?dc_product_id=49409,](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_features_list.jsp?dc_product_id=49409) (accés Febrer 2018)
- [26] Bastimec, 2014, Mangueras y racores, Bastimec hydraulics, web activa,
[http://www.bastimec.com/productos/mangueras-y-racotores,](http://www.bastimec.com/productos/mangueras-y-racotores) (accés Febrer 2018)
- [27] [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/JzIWRKntpt391EW0y5fEY6q18Yin1Gn07wVN707k](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/JzIWRKntpt391EW0y5fEY6q18Yin1Gn07wVN707kryhh34fpxAtL6YA.pdf)
[ryhh34fpxAtL6YA.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/JzIWRKntpt391EW0y5fEY6q18Yin1Gn07wVN707kryhh34fpxAtL6YA.pdf)
- [28] Festo, 2014, Eficiencia-energética, Festo,
[https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/241647/EEF_V01_es_M.pdf,](https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/241647/EEF_V01_es_M.pdf) (accés
Abril 2018)
- [29] Torras, 2017, Productos SMC cilindro Serie C96, Suministros Torras,
[http://www.suministrostorras.com/neumatica-smc-29/smc-cilindro-serie-c96-](http://www.suministrostorras.com/neumatica-smc-29/smc-cilindro-serie-c96-701.html)
[701.html,](http://www.suministrostorras.com/neumatica-smc-29/smc-cilindro-serie-c96-701.html) (accés Maig 2018)
- [30] Direct Industry, 2018, Cilindros SMC, [http://www.directindustry.es/producto-](http://www.directindustry.es/producto-fabricante/cilindro-smc-69951-1761.html)
[fabricante/cilindro-smc-69951-1761.html,](http://www.directindustry.es/producto-fabricante/cilindro-smc-69951-1761.html) (accés Maig 2018)
- [31] Aliexpress, 2018, Cilindros SMC Serie CRA1, [https://es.aliexpress.com/item/CRA1-05-](https://es.aliexpress.com/item/CRA1-05-90-Oscillating-Cylinder-Ningbo-SANMINSE-Cylinder/32712528425.html)
[90-Oscillating-Cylinder-Ningbo-SANMINSE-Cylinder/32712528425.html,](https://es.aliexpress.com/item/CRA1-05-90-Oscillating-Cylinder-Ningbo-SANMINSE-Cylinder/32712528425.html) (accés Maig
2018)
- [32] Fresadoras CNC y máquinas láser de grabado y corte <http://www.perezcampes.com>
 [\(accés Maig 2018\)](http://www.perezcampes.com) ROEMHELD, 2012, Cosas interesantes a conocer sobre cilindros
hidráulicos, ROEMHELD
- [33] Festo, 2010, Manual de Trabajo, Electroneumática Nivel básico, [https://www.festo-](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/542505_leseprobe.pdf)
[didactic.com/ov3/media/customers/1100/542505 leseprobe.pdf,](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/542505_leseprobe.pdf) (accés Abril 2018)
- [34] Festo, 2010, Manual de Trabajo, Electroneumática Nivel básico, [https://www.festo-](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/551151_leseprobe_es_1.pdf)
[didactic.com/ov3/media/customers/1100/551151 leseprobe es 1.pdf,](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/551151_leseprobe_es_1.pdf) (accés Abril
2018)



ANNEXES

En aquest apartat s'adjuntaran els catàlegs cilindres que s'han escollit en el treball. Primer s'adjuntaran els cilindres pneumàtics i seguidament els cilindres hidràulics.

ISO 15552

Cilindro neumático: Modelo estándar Doble efecto con vástago simple/doble

Serie CP96

Ø 32, Ø 40, Ø 50, Ø 63, Ø 80, Ø 100, Ø 125



Forma de pedido

CP96S **B** **32** - **100** **C** **J** **W** - **□**

Con detección magnética **CP96SD** **B** **32** - **100** **C** **J** **W** - **M9BW** **S** - **□**

Con detección magnética (imán integrado)

Montaje

B	Básico
L	Escuadra
F	Brida anterior
G	Brida posterior
C	Fijación oscilante macho
D	Fijación oscilante hembra

* Las fijaciones de montaje se envían juntas de fábrica, pero sin instalar.

Diámetro

32	32 mm
40	40 mm
50	50 mm
63	63 mm
80	80 mm
100	100 mm
125	125 mm

Carrera del cilindro [mm]
Véase "Carreras estándares" en la pág. 4.

Nº detectores magnéticos

—	2 uds.
S	1 ud.
3	3 uds.
n	"n" uds.

Detector magnético

—	Sin detector magnético
----------	------------------------

* Consulte los modelos de detectores magnéticos aplicables en la tabla inferior.

Vástago

—	Vástago simple
W	Doble vástago

Fuelle

—	Sin fuelle
J	Tela de nylon (un extremo)
JJ	Tela de nylon (ambos extremos)
K	Tela resistente al calor (un extremo)
KK	Tela resistente al calor (ambos extremos)

Ejecuciones especiales
Véanse más detalles en la pág. 4.

Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica
* Eliminar la letra "C" cuando se seleccione Ø 125 (Amortiguación neumática en ambos extremos)

Detectores magnéticos aplicables/ Consulte más información acerca de los detectores magnéticos en la **Guía de detectores magnéticos**.

Tipo	Funcionamiento especial	Entrada eléctrica	LED Indicador	Cableado (salida)	Tensión de carga		Modelo de detector magnético	Longitud de cable [m]				Conector precableado	Carga aplicable		
					DC	AC		0.5 (—)	1 (M)	3 (L)	5 (Z)				
Detector magnético de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24 V	5 V, 12 V	—	M9N	●	●	●	○	○	Circuito IC	Relé, PLC
				3 hilos (PNP)		12 V		M9P	●	●	●	○	○		
				2 hilos		12 V		M9B	●	●	●	○	○		
	3 hilos (NPN)	5 V, 12 V		M9NW	●	●		●	○	○	Circuito IC				
	3 hilos (PNP)			M9PW	●	●		●	○	○		Circuito IC			
	2 hilos			M9BW	●	●		●	○	○			Circuito IC		
	3 hilos (NPN)	5 V, 12 V		M9NA*1	○	○		●	○	○	Circuito IC				
	3 hilos (PNP)			M9PA*1	○	○		●	○	○		Circuito IC			
	2 hilos			M9BA*1	○	○		●	○	○			Circuito IC		
	Indicación de diagnóstico (indicación en 2 colores)	Salida directa a cable	3 hilos (NPN)	24 V	5 V	—	A96	●	—	●	—			—	Circuito IC
3 hilos (PNP)			12 V		A93		●	●	●	●	—	Circuito IC		Relé, PLC	
2 hilos			100 V o inferior		A90		●	—	●	—	—				

*1 Los detectores resistentes al agua se pueden montar en los modelos anteriores pero, en ese caso, SMC no puede garantizar la resistencia al agua.

* Símbolos de longitud de cable: 0.5 m — (Ejemplo) M9NW
1 m M (Ejemplo) M9NWM
3 m L (Ejemplo) M9NWL
5 m Z (Ejemplo) M9NWZ

* Los detectores de estado sólido marcados con "O" se fabrican bajo demanda.

* Existen otros detectores magnéticos aplicables aparte de los enumerados. Consulte los detalles en la **Guía de detectores magnéticos**.

* Consulte la **Guía de detectores magnéticos** si desea información acerca de detectores magnéticos con conector precableado.

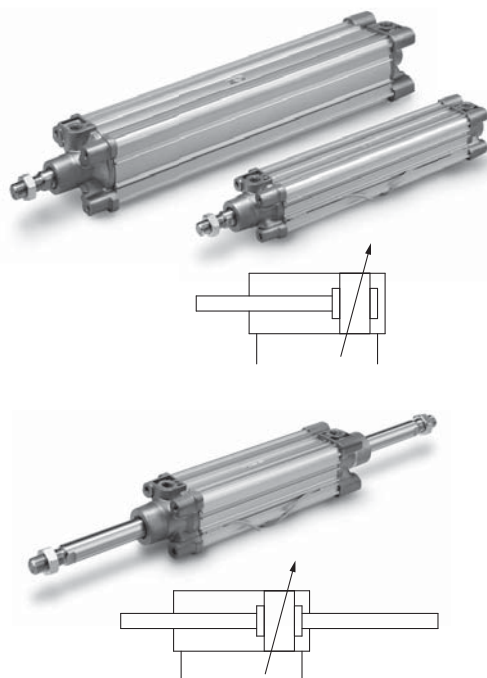
* Los detectores D-A9□/M9□/M9□W/M9□A se envían juntos, pero sin montar.

(Sin embargo, sólo las fijaciones de montaje del detector magnético están instaladas en el momento del envío.)

Nota) Los modelos D-Y59A, Y69A, Y7P, Y7□W, Z7□, Z80 no se pueden montar en la serie CP96.

Además, los detectores D-M9□□ y A9□ no se pueden montar sobre la ranura cuadrada de la serie CP96.

Características técnicas



Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo.	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 2000: $^{+3.2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx. *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
125	—	2000

Carreras intermedias disponibles.

* Consulte con SMC para carreras más largas.

** Los modelos de Ø 125 y de doble vástago se fabrican bajo demanda en cualquier carrera.



Ejecuciones especiales

(Consulte las págs. 22 a 29 para más detalles.)

Símbolo	Especificaciones
-XA□	Modificación de la rótula articulada
-XB6	Cilindro resistente a altas temperaturas (-10 a 150 °C)
-XC4	Con rascador reforzado
-XC7	Tirante, tuerca de tirante, etc. de acero inoxidable
-XC10	Cilindro multiposicional/doble vástago
-XC11	Cilindro de carrera doble con vástago simple
-XC22	Junta de goma fluorada
-XC35	Con rascador metálico
-XC65	Fabricado en acero inoxidable (Combinación de -XC7 y -XC68)
-XC68	Fabricado en acero inoxidable (con vástago de cromado duro)
-XC88	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, doble retén de lubricante, grasa para soldadura (Vástago: Acero inoxidable 304)
-XC89	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, doble retén de lubricante, grasa para soldadura (Vástago: S45C)

Consulte las páginas 19 y 20 en lo referente a los cilindros con detectores magnéticos.

- Posición adecuada de montaje del detector magnético (detección en final de carrera)
- Carrera mínima para el montaje de detectores magnéticos
- Rango de trabajo
- Montaje y desplazamiento del detector magnético

Accesorios

	Montaje	Básico	Escuadra	Brida de culata anterior	Brida de culata posterior	Fijación oscilante macho	Fijación oscilante hembra
Estándar	Tuerca del vástago	●	●	●	●	●	●
	Eje de fijación oscilante	—	—	—	—	—	●
Opción	Rótula articulada de vástago	●	●	●	●	●	●
	Fijación del vástago	●	●	●	●	●	●
	Fuelle	●	●	●	●	●	●

* No use una rótula articulada de vástago (o junta flotante) junto con una fijación oscilante macho con rótula articulada (o fijación oscilante hembra con rótula articulada).

* Consulte las páginas 11 a 14 para las dimensiones y referencias de los accesorios.

⚠ Precauciones

Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso. Consulte las normas de seguridad en la contraportada. Consulte las precauciones sobre actuadores y detectores magnéticos en las "Precauciones en el manejo de productos SMC" o en el manual de funcionamiento en el sitio web de SMC <http://www.smc.eu>

Esfuerzo teórico



Diámetro [mm]	Tamaño de vástago [mm]	Dirección de funcionamiento	Área del émbolo [mm²]	Presión de trabajo [MPa]								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
32	12	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963
		IN	1649	330	495	660	825	989	1154	1319	1484	1649
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536
100	25	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7068	7854
		IN	7363	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125	32	OUT	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
		IN	11468	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

(Nota) Esfuerzo teórico [N] = Presión [MPa] x Área del émbolo [mm²]

Pesos

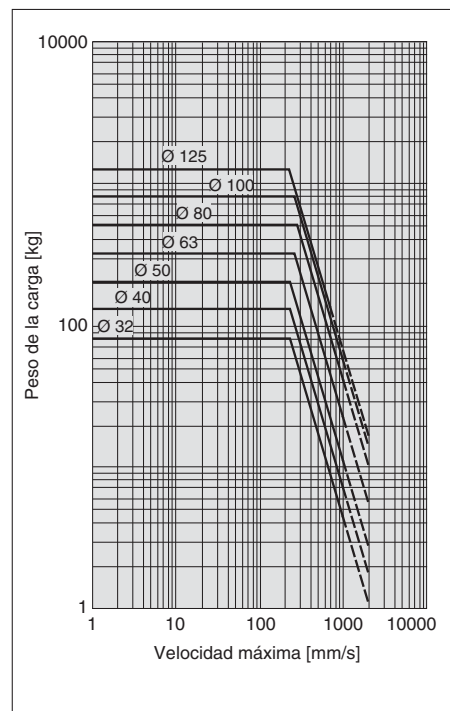
Diámetro [mm]		32	40	50	63	80	100	125
Peso básico	Básico	0.46	0.66	1.14	1.48	2.42	3.25	6.82
	Escuadra	0.16	0.20	0.38	0.46	0.89	1.09	2.60
	Brida	0.20	0.23	0.47	0.58	1.30	1.81	4.10
	Fijación oscilante macho	0.16	0.23	0.37	0.60	1.07	1.73	4.15
	Fijación oscilante hembra	0.20	0.32	0.45	0.71	1.28	2.11	4.25
Peso adicional por cada 50 mm de carrera	Todas las fijaciones de montaje	0.14	0.18	0.30	0.32	0.49	0.54	0.84
Accesorios	Rótula articulada del vástago	0.07	0.11	0.22		0.40		1.20
	Fijación del vástago	0.09	0.15	0.34		0.69		1.84

Cálculo: Ejemplo) CP96SD40-100C

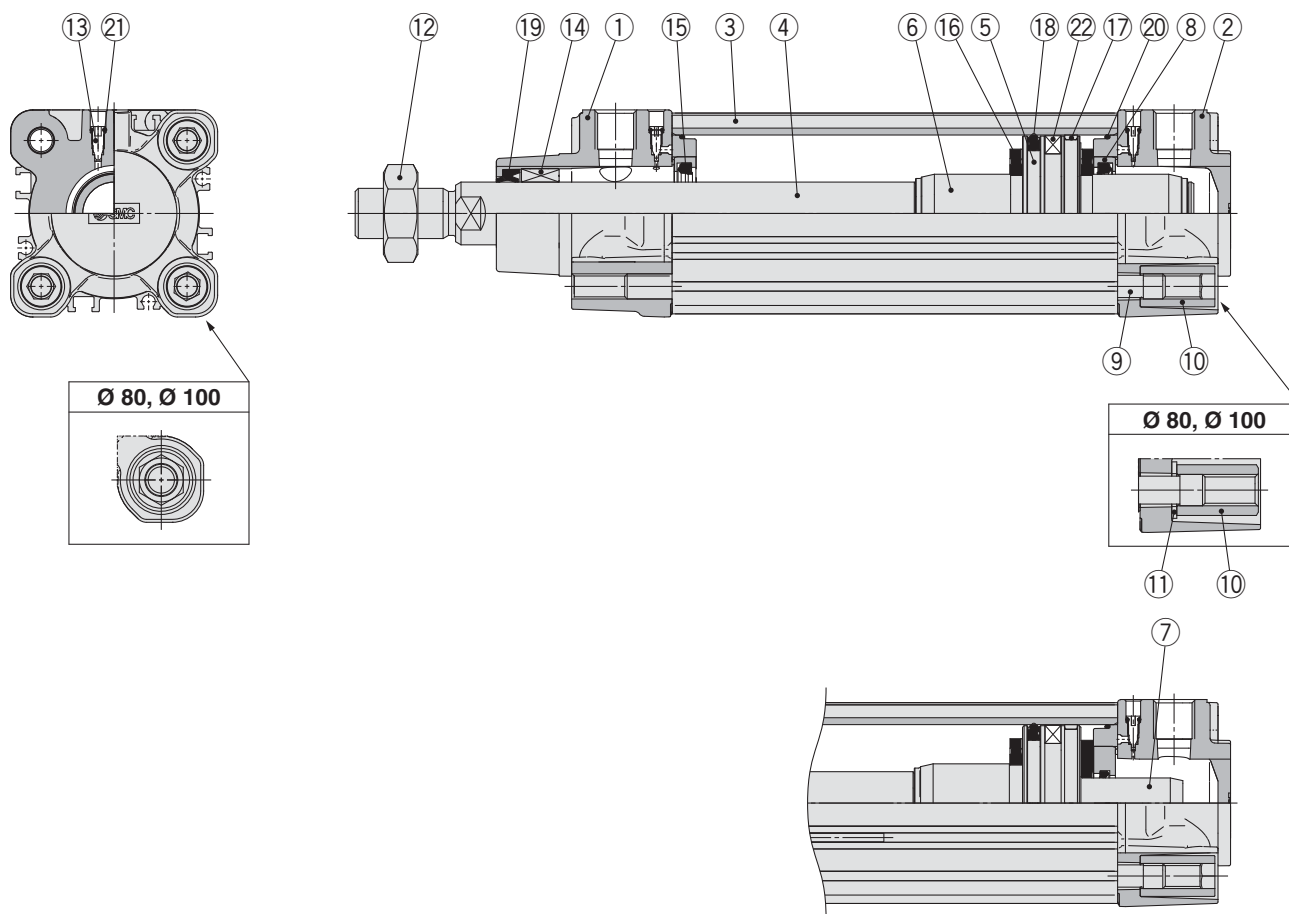
- Peso básico 0.66 [kg] (Básico, Ø 40)
- Peso adicional 0.18 (kg/50 mm)
- Carrera de cilindro 100 (mm)
- Peso de fijación de montaje 0.32 [kg] (fijación oscilante hembra)

$$0.66 + 0.18 \times 100 \div 50 + 0.32 = 1.32 \text{ kg}$$

Energía cinética admisible



(Ejemplo) Encuentre el límite superior de carga del extremo del vástago para un cilindro neumático de Ø 63 operado a 500 mm/s. Desde el punto que indica 500 mm/s en el eje de abscisas, trace una línea hacia arriba y calcule el punto de intersección con la línea del diámetro 63. Trace una línea desde el punto de intersección hacia la izquierda para hallar un peso de carga de 80 kg.

Diseño**Lista de componentes**

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Culata anterior	Aluminio fundido	
2	Culata posterior	Aluminio fundido	
3	Camisa del cilindro	Aleación de aluminio	
4	Vástago	Acero al carbono	
5	Émbolo	Aleación de aluminio Aluminio fundido	Ø 32 a Ø 63 Ø 80, Ø 100
6	Anillo de amortiguación A	Aleación de aluminio	
7	Anillo de amortiguación B	Aleación de aluminio	
8	Soporte de junta de amortiguación	Aleación de aluminio	
9	Tirante	Acero al carbono	
10	Tuerca del tirante	Acero	
11	Arandela plana	Acero	Ø 80, Ø 100
12	Tuerca de la rótula articulada	Acero	
13	Válvula de amortiguación	Resina	
14	Casquillo	Aleación para cojinetes	
15	Junta de amortiguación	Uretano	
16	Amortiguador	Uretano	
17	Anillo guía	Resina	
18	Junta del émbolo	NBR	
19	Junta del vástago	NBR	
20	Junta de estanqueidad de tubo de cilindro	NBR	
21	Junta de válvula de amortiguación	NBR	
22	Imán		

Recambios / juego de juntas (vástago simple)

Diámetro [mm]	Ref. del juego	Contenido
32	CS95-32	Los juegos incluyen los elementos 15, 17 a 20
40	CS95-40	
50	CS95-50	
63	CS95-63	
80	CS95-80	
100	CS96-100	
125	CS96-125	

* Los juegos de juntas contienen los elementos 15, 17 a 20 y se pueden pedir mediante la ref. del juego de juntas que corresponde a cada diámetro.

* El juego de juntas incluye un paquete de grasa (10 g para Ø 32 a Ø 50, 20 g para Ø 63 y Ø 80, 30 g para Ø 100).

Pida la siguiente referencia cuando sólo necesite el tubo de grasa.

Ref. paquete de grasa: GR-S-010 (10 g), GR-S-020 (20 g)

Juego de juntas (Doble vástago)

Diámetro [mm]	Ref. del juego	Contenido
32	CS95W-32	Los juegos incluyen los elementos 15, 18 a 20
40	CS95W-40	
50	CS95W-50	
63	CS95W-63	
80	CS95W-80	
100	CS96W-100	
125	CS96W-125	

* Los juegos de juntas contienen los elementos 15, 18 a 20 y se pueden pedir mediante la ref. del juego de juntas que corresponde a cada diámetro.

* El juego de juntas incluye un paquete de grasa (10 g para Ø 32 a Ø 50, 20 g para Ø 63 y Ø 80, 30 g para Ø 100).

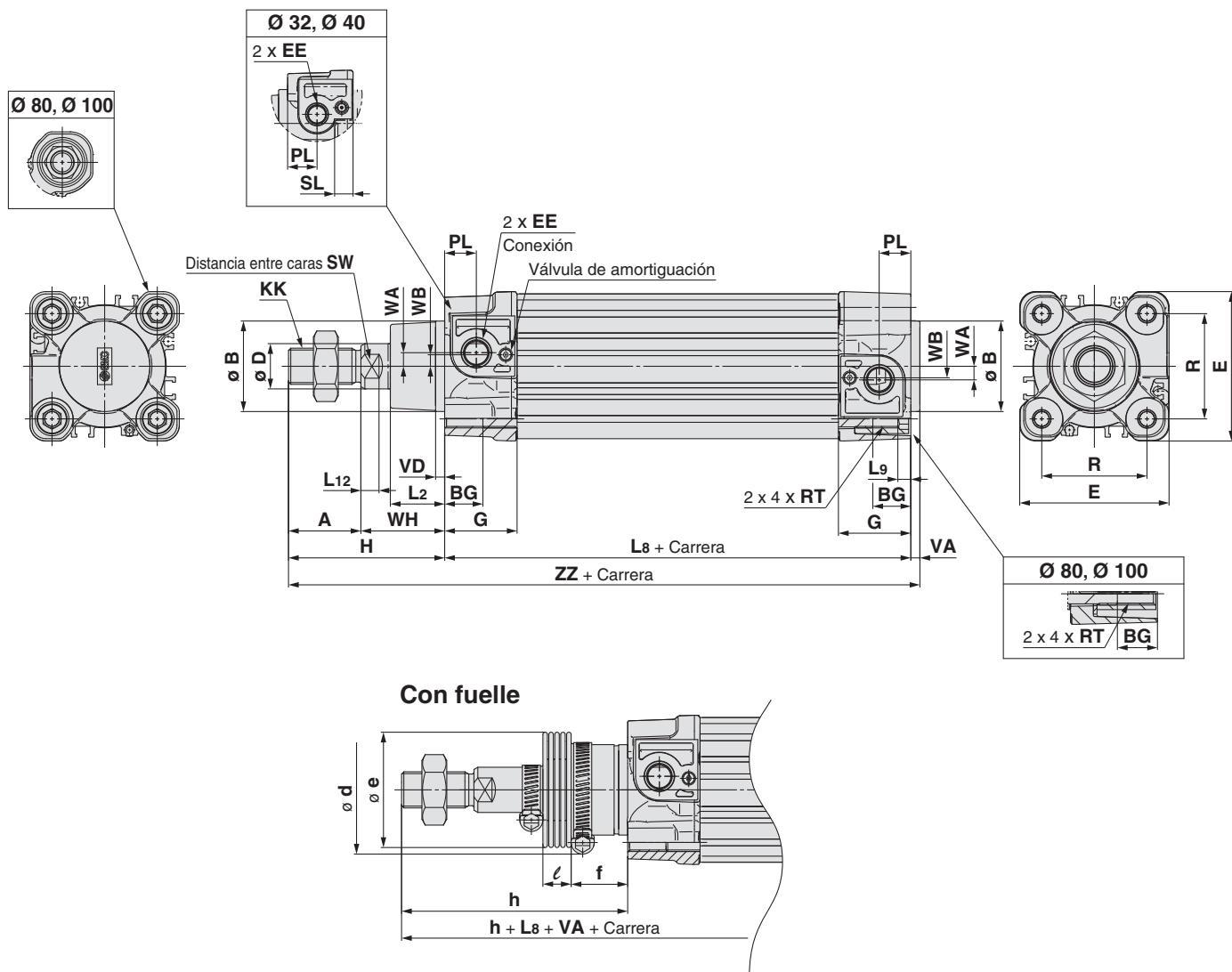
Pida la siguiente referencia cuando sólo necesite el tubo de grasa.

Ref. paquete de grasa: GR-S-010 (10 g), GR-S-020 (20 g)

Serie CP96

Dimensiones

Modelo básico: CP96S (D) B Diámetro – Carrera C (J)

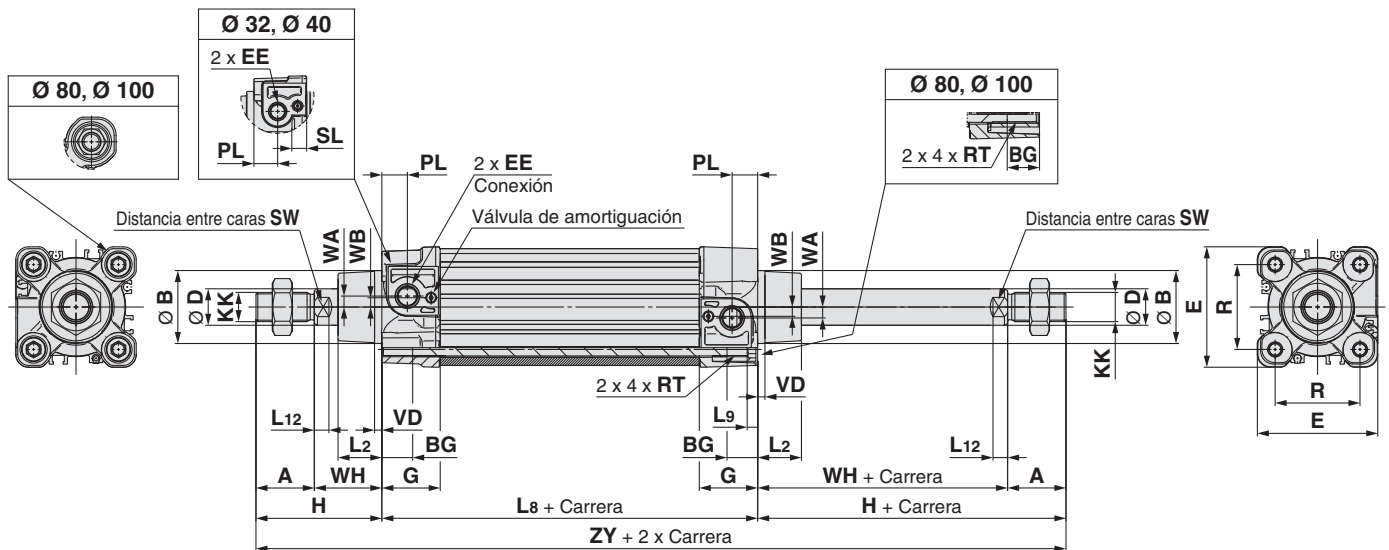


Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]		A	Ø B d11	BG	Ø D	E	EE	G	H	KK	L2	L8	L9	L12	PL	R	RT	SL	SW	VA	VD	WA	WB	WH	ZZ
	Sin fuelle	Con fuelle																								
32	Hasta 1000	Hasta 1000	22	30	16	12	47	G1/8	28.9	48	M10 x 1.25	15	94	4	6	13	32.5	M6 x 1	8	10	4	4	4	7	26	146
40	Hasta 1900	Hasta 1000	24	35	16	16	54	G1/4	32.6	54	M12 x 1.25	17	105	4	6.5	14	38	M6 x 1	8	13	4	4	5	8.9	30	163
50	Hasta 1900	Hasta 1000	32	40	16	20	66	G1/4	32	69	M16 x 1.5	24	106	5	8	14	46.5	M8 x 1.25	—	17	4	4	6	5.1	37	179
63	Hasta 1900	Hasta 1000	32	45	16	20	77	G3/8	38.6	69	M16 x 1.5	24	121	5	8	16	56.5	M8 x 1.25	—	17	4	4	9	6.3	37	194
80	Hasta 2000	Hasta 1000	40	45	17	25	99	G3/8	38.4	86	M20 x 1.5	30	128	—	10	16	72	M10 x 1.5	—	22	4	4	11.5	6	46	218
100	Hasta 2000	Hasta 1000	40	55	17	25	118	G1/2	42.9	91	M20 x 1.5	32	138	—	10	18	89	M10 x 1.5	—	22	4	4	17	10	51	233
125	Hasta 2000	Hasta 1000	54	60	20	32	144	G1/2	58	119	M27 x 2	40	160	—	13	19	110	M12 x 1.75	—	27	6	6	17	15	65	285

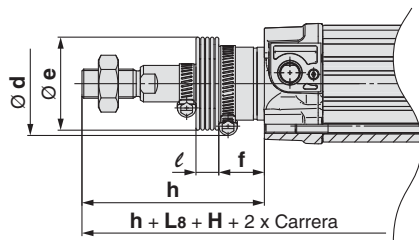
Diámetro [mm]	Ø e	Ø d	f	ℓ												h											
				1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000
32	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
40	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
50	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
63	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
80	56	68	30	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
100	56	76	32	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
125	75	82	40	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320

Dimensiones

Modelo básico: CP96S (D) B Diámetro – Carrera C (J) W



Con fuelle en un extremo



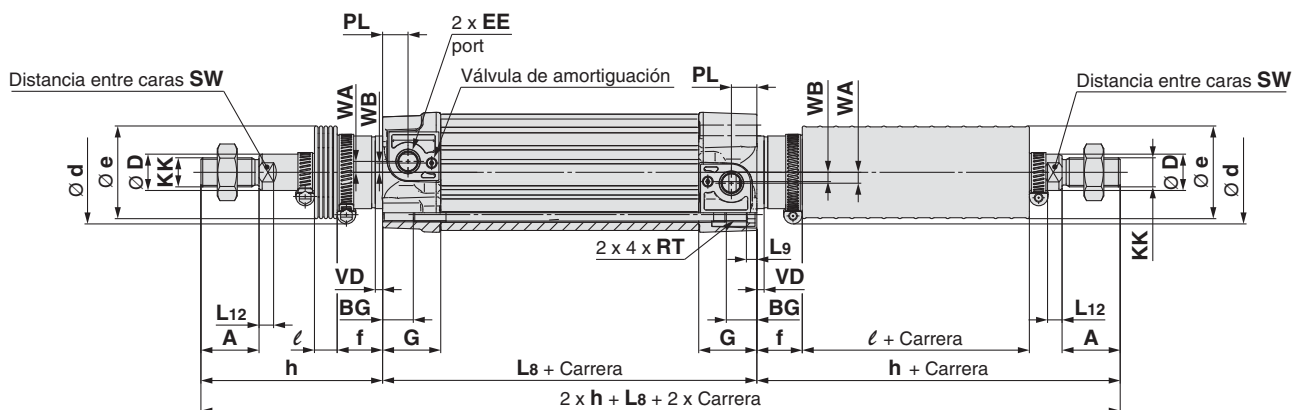
Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]	A	Ø B d11	Ø D	EE	PL	RT	L12	KK	SW	G	BG	L8	VD	WA	WB	WH	ZY	E	R	L2	L9	H	SL
32	Hasta 1000	22	30	12	G1/8	13	M6 x 1	6	M10 x 1.25	10	28.9	16	94	4	4	7	26	190	47	32.5	15	4	48	8
40	Hasta 1000	24	35	16	G1/4	14	M6 x 1	6.5	M12 x 1.25	13	32.6	16	105	4	5	8.9	30	213	54	38	17	4	54	8
50	Hasta 1000	32	40	20	G1/4	14	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	32	16	106	4	6	5.1	37	244	66	46.5	24	5	69	—
63	Hasta 1000	32	45	20	G3/8	16	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	38.6	16	121	4	9	6.3	37	259	77	56.5	24	5	69	—
80	Hasta 1000	40	45	25	G3/8	16	M10 x 1.5	10	M20x1.5	22	38.4	17	128	4	11.5	6	46	300	99	72	30	—	86	—
100	Hasta 1000	40	55	25	G1/2	18	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	42.9	17	138	4	17	10	51	320	118	89	32	—	91	—
125	Hasta 1000	54	60	32	G1/2	19	M12 x 1.75	13	M27 x 2	27	58	20	160	6	17	15	65	398	—	89	40	—	119	—

Diámetro [mm]	ø	e	ø	d	f	ℓ										h													
						1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000
32	36	54		23		12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
40	36	54	23			12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
50	51	64	25			12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
63	51	64	25			12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
80	56	68	30			12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
100	56	76	32			12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
125	75	82	40			10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320

Dimensiones

Modelo básico: CP96S (D) B Diámetro – Carrera C (JJ) W

Con fuelle en ambos extremos

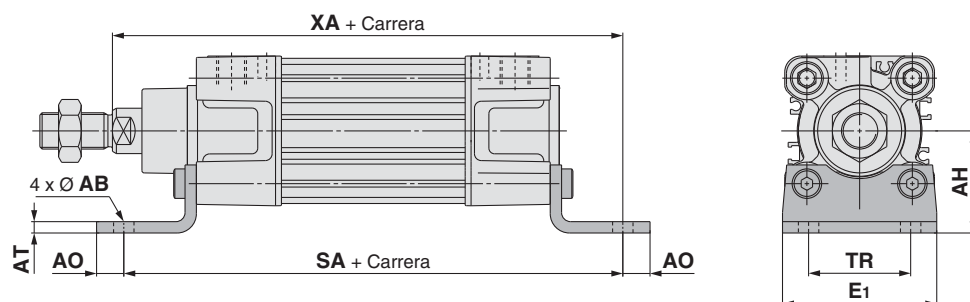


Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]	A	Ø D	EE	PL	RT	L12	KK	SW	G	BG	L8	VD	WA	WB	E	R	L9	SL
32	Hasta 1000	22	12	G1/8	13	M6 x 1	6	M10 x 1.25	10	28.9	16	94	4	4	7	47	32.5	4	8
40	Hasta 1000	24	16	G1/4	14	M6 x 1	6.5	M12 x 1.25	13	32.6	16	105	4	5	8.9	54	38	4	8
50	Hasta 1000	32	20	G1/4	14	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	32	16	106	4	6	5.1	66	46.5	5	—
63	Hasta 1000	32	20	G3/8	16	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	38.6	16	121	4	9	6.3	77	56.5	5	—
80	Hasta 1000	40	25	G3/8	16	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	38.4	17	128	4	11.5	6	99	72	—	—
100	Hasta 1000	40	25	G1/2	18	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	42.9	17	138	4	17	10	118	89	—	—
125	Hasta 1000	54	32	G1/2	19	M12 x 1.75	13	M27 x 2	27	58	20	160	6	17	15	—	—	—	—

Diámetro [mm]	Ø e	Ø d	f	ℓ												h											
				1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000
32	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
40	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
50	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
63	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
80	56	68	30	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
100	56	76	32	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
125	75	82	40	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320

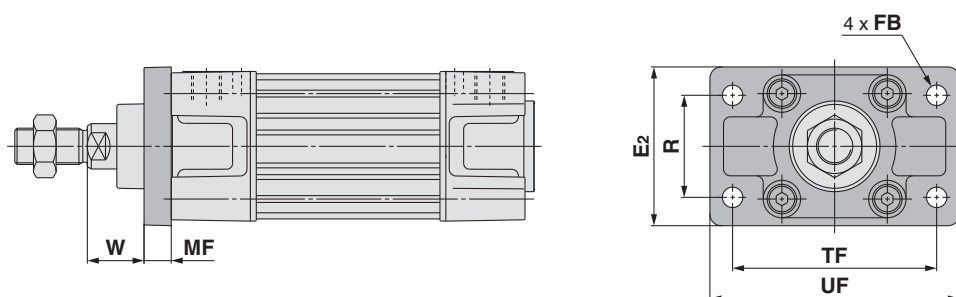
Dimensiones: con fijación de montaje

Escuadra (L)



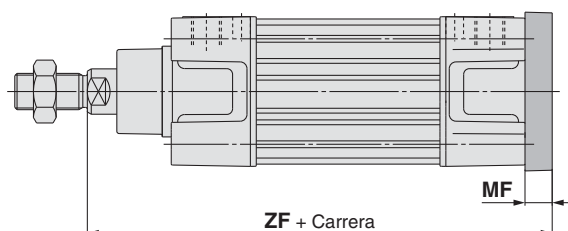
Diámetro [mm]	E1	TR	AH	AO	AT	AB	SA	XA
32	48	32	32	10	4.5	7	142	144
40	55	36	36	11	4.5	10	161	163
50	68	45	45	12	5.5	10	170	175
63	80	50	50	12	5.5	10	185	190
80	100	63	63	14	6.5	12	210	215
100	120	75	71	16	6.5	14.5	220	230
125	máx. 157	90	90	máx. 157	8	16	250	270

Brida de culata anterior (F)



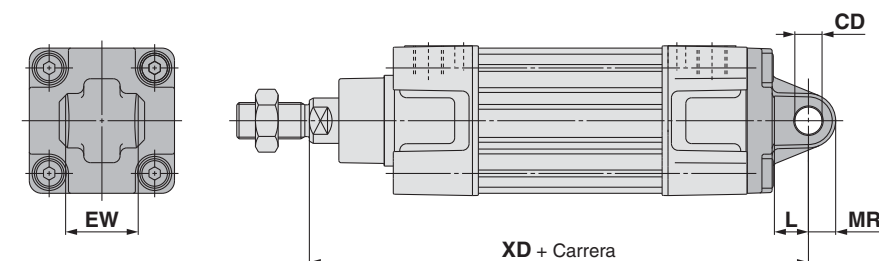
Diámetro [mm]	R	TF	FB	E2	UF	W	MF
32	32	64	7	50	79	16	10
40	36	72	9	55	90	20	10
50	45	90	9	70	110	25	12
63	50	100	9	80	120	25	12
80	63	126	12	100	153	30	16
100	75	150	14	120	178	35	16
125	90	180	16	máx. 157	máx. 124	45	20

Brida de culata posterior (G)



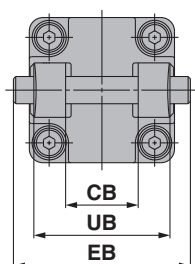
Diámetro [mm]	MF	ZF
32	10	130
40	10	145
50	12	155
63	12	170
80	16	190
100	16	205
125	20	245

Fijación oscilante macho (C) Fijación oscilante hembra (D)



Diámetro [mm]	EW	CD H9	L	MR	XD	UB h14	CB H14	EB
32	26 ^{-0.2} _{-0.6}	10	12	9.5	142	45	26	65
40	28 ^{-0.2} _{-0.6}	12	15	12	160	52	28	75
50	32 ^{-0.2} _{-0.6}	12	15	12	170	60	32	80
63	40 ^{-0.2} _{-0.6}	16	20	16	190	70	40	90
80	50 ^{-0.2} _{-0.6}	16	20	16	210	90	50	110
100	60 ^{-0.2} _{-0.6}	20	25	20	230	110	60	140
125	70 ^{-0.2} _{-0.6}	25	min. 30	máx. 26	275	130	70	máx. 157

Fijación oscilante macho (C)



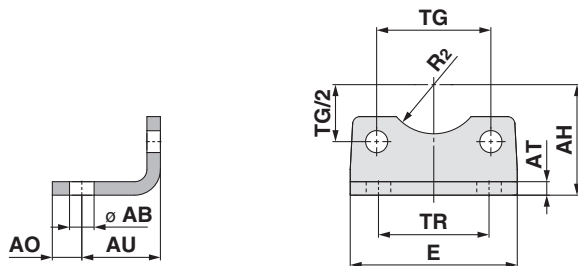
Fijación oscilante hembra (D)

Serie CP96

Accesorios

Dimensiones: Fijación de montaje

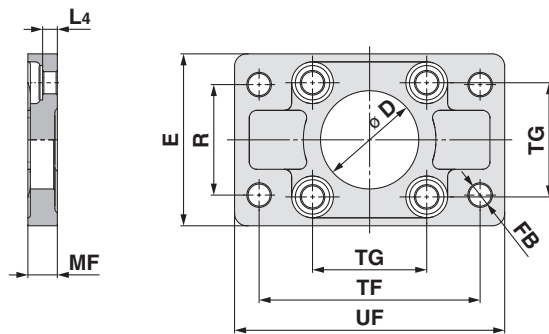
Escuadra (L)



Diámetro [mm]	Referencia	AB	TG ± 0.2	E	TR	AO	AU	AH	AT	R2	Tamaño tornillo
32	L5032	7	32.5	48	32	10	24	32	4.5	15	M6 x 16L
40	L5040	10	38	55	36	11	28	36	4.5	17.5	M6 x 16L
50	L5050	10	46.5	68	45	12	32	45	5.5	20	M8 x 20L
63	L5063	10	56.5	80	50	12	32	50	5.5	22.5	M8 x 20L
80	L5080	12	72	100	63	14	41	63	6.5	22.5	M10 x 20L
100	L5100	14.5	89	120	75	16	41	71	6.5	27.5	M10 x 20L
125	L5125	116	110	140	90	14	45	90	8	30	—

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

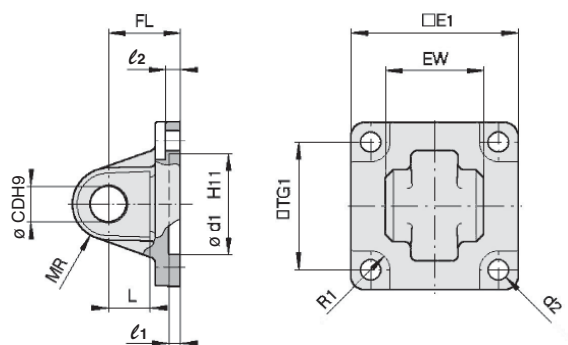
Culata (F, G)



Diámetro [mm]	Referencia	D H11	\varnothing FB	TG ± 0.2	E	R	MF	TF	UF	L4	Tamaño tornillo
32	F5032	30	7	32.5	50	32	10	64	79	5	M6 x 20L
40	F5040	35	9	38	55	36	10	72	90	5	M6 x 20L
50	F5050	40	9	46.5	70	45	12	90	110	6.5	M8 x 20L
63	F5063	45	9	56.5	80	50	12	100	120	6.5	M8 x 20L
80	F5080	45	12	72	100	63	16	126	153	9	M10 x 25L
100	F5100	55	14	89	120	75	16	150	178	9	M10 x 25L
125	F5125	60	16	90	140	90	20	180	205	105	—

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Fijación oscilante macho (C)

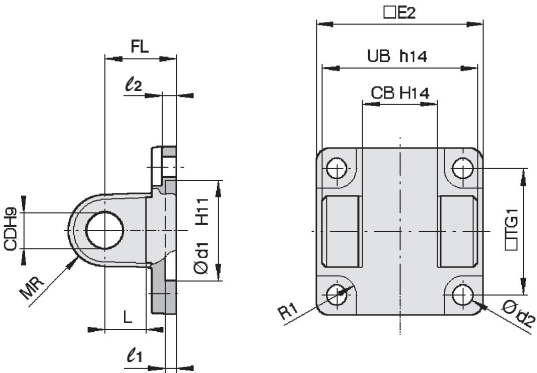


Diámetro [mm]	Referencia	E1	EW	TG1	FL	l1	L	l2	\varnothing d1	\varnothing CD	MR	\varnothing d2	R1
32	C5032	45	26 $^{-0.2}_{-0.6}$	32.5	22	5	12	5.5	30	10	9.5	6.6	6.5
40	C5040	51	28 $^{-0.2}_{-0.6}$	38	25	5	15	5.5	35	12	12	6.6	6.5
50	C5050	64	32 $^{-0.2}_{-0.6}$	46.5	27	5	15	6.5	40	12	12	9	8.5
63	C5063	74	40 $^{-0.2}_{-0.6}$	56.5	32	5	20	6.5	45	16	16	9	8.5
80	C5080	94	50 $^{-0.2}_{-0.6}$	72	36	5	20	10	45	16	16	11	11
100	C5100	113	60 $^{-0.2}_{-0.6}$	89	41	5	25	10	55	20	20	11	12
125	C5125	máx. 157	70 $^{-0.2}_{-0.6}$	110	50	7	30	10	60	25	26	13.5	10

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Dimensiones: Accesorios de montaje del cilindro

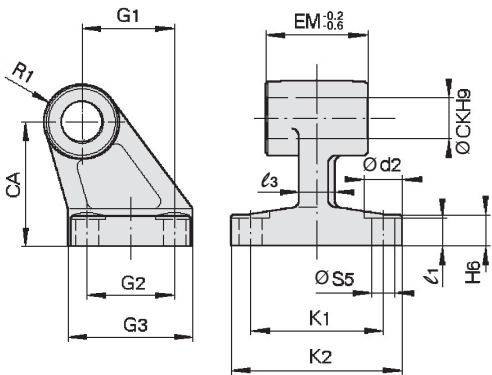
Fijación oscilante hembra (D)



[mm]														
Diámetro [mm]	Referencia	TG1	FL	l1	L	l2	Ø d1	Ø CD	MR	Ø d2	R1	E2	UB	CB
32	D5032	32.5	22	5	12	5.5	30	10	9.5	6.6	6.5	48	45	26
40	D5040	38	25	5	15	5.5	35	12	12	6.6	6.5	56	52	28
50	D5050	46.5	27	5	15	6.5	40	12	12	9	8.5	64	60	32
63	D5063	56.5	32	5	20	6.5	45	16	16	9	8.5	75	70	40
80	D5080	72	36	5	20	10	45	16	16	11	11	95	90	50
100	D5100	89	41	5	25	10	55	20	20	11	12	115	110	60
125	D5125	110	50	—	30	10	60	25	25	13.5	—	140	130	70

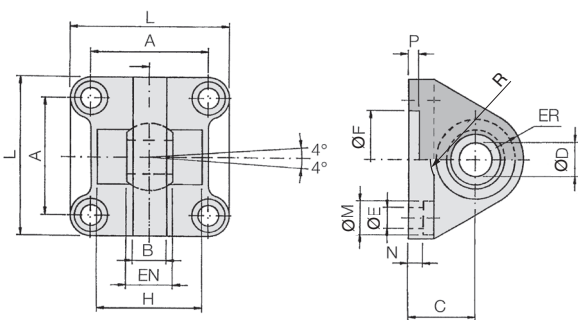
* Suministrado con 4 tornillos de montaje, eje y fijación eje.

Pivote oscilante (E)



[mm]														
Diámetro [mm]	Referencia	Ø d2	Ø CK	Ø S5	K1	K2 (Máx.)	l3 (Máx.)	G1	l1	G2	EM	G3 (Máx.)	CA	H6
32	E5032	11	10	6.6	38	51	10	21	7	18	26 ^{-0.2/-0.6}	31	32	8
40	E5040	11	12	6.6	41	54	10	24	9	22	28 ^{-0.2/-0.6}	35	36	10
50	E5050	15	12	9	50	65	12	33	11	30	32 ^{-0.2/-0.6}	45	45	12
63	E5063	15	16	9	52	67	14	37	11	35	40 ^{-0.2/-0.6}	50	50	12
80	E5080	18	16	11	66	86	18	47	12.5	40	50 ^{-0.2/-0.6}	60	63	14
100	E5100	18	20	11	76	96	20	55	13.5	50	60 ^{-0.2/-0.6}	70	71	15
125	E5125	20	25	14	94	124	30	70	17	60	70 ^{-0.5/-1.5}	90	90	20

Fijación oscilante macho con rótula articulada (CS)

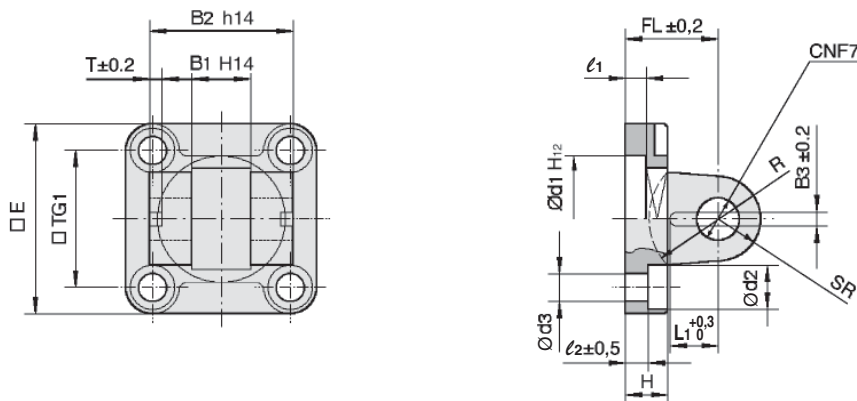


[mm]														
Diámetro [mm]	Referencia	A	B (máx.)	C	Ø DH7	EN _{0 -0.1}	ER (máx.)	Ø FH11	Ø E	L	Ø M	N	P	H _{±0.5}
32	CS5032	32.5	10.5	22	10	14	15	30	6.6	45	10.5	5.5	5	36
40	CS5040	38	12	25	12	16	18	35	6.6	55	11	5.5	5	42
50	CS5050	46.5	15	27	16	21	20	40	9	65	15	6.5	5	48
63	CS5063	56.5	15	32	16	21	23	45	9	75	15	6.5	5	55
80	CS5080	72	18	36	20	25	27	45	11	95	18	10	5	70
100	CS5100	89	18	41	20	25	30	55	11	115	18	10	5	80
125	CS5125	110	25	50	30	37	40	60	13.5	140	20	10	7	100

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Dimensiones: Accesorios de montaje del cilindro

Fijación oscilante hembra con rótula articulada (DS)/para accesorio ES

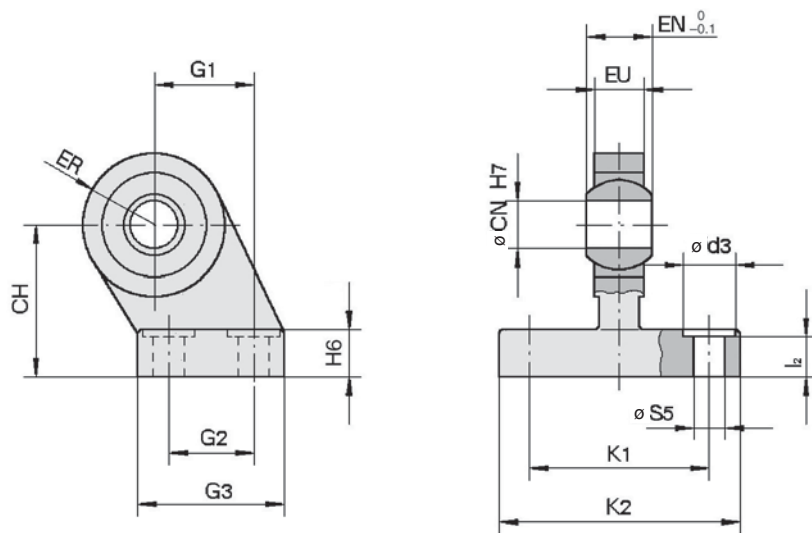


[mm]

Diámetro [mm]	Referencia	E	B ₁	B ₂	B ₃	L ₁	TG ₁	T	l ₁ (Min.)	l ₂	FL	H (máx.)	Ø d ₁	Ø d ₂	Ø d ₃	Ø CN	SR (máx.)	R
32	DS5032	45	14	34	3.3	11.5	32.5	3	5	5.5	22	10	30	10.5	6.6	10	11	17
40	DS5040	55	16	40	4.3	12	38	4	5	5.5	25	10	35	11	6.6	12	13	20
50	DS5050	65	21	45	4.3	14	46.5	4	5	6.5	27	12	40	15	9	16	18	22
63	DS5063	75	21	51	4.3	14	56.5	4	5	6.5	32	12	45	15	9	16	18	25
80	DS5080	95	25	65	4.3	16	72	4	5	10	36	16	45	18	11	20	22	30
100	DS5100	115	25	75	6.3	16	89	4	5	10	41	16	55	18	11	20	22	32
125	DS5125	140	37	97	6.3	24	110	6	7	10	50	20	60	20	13.5	30	30	42

* Suministrado con 4 tornillos de montaje, eje y fijación eje.

Pivote oscilante con rótula articulada (ES)

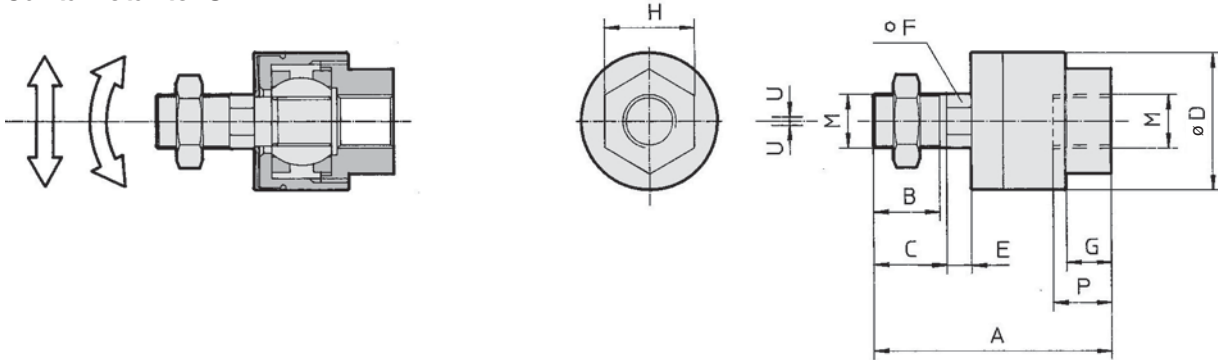


[mm]

Diámetro [mm]	Referencia	Ø d ₃	Ø CN	Ø S ₅	K ₁	K ₂ (máx.)	l ₂	G ₁	G ₂	G ₃ (máx.)	EN	EU	CH	H ₆	ER (máx.)
32	ES5032	11	10	6.6	38	51	8.5	21	18	31	14	10.5	32	10	15
40	ES5040	11	12	6.6	41	54	8.5	24	22	35	16	12	36	10	18
50	ES5050	15	16	9	50	65	10.5	33	30	45	21	15	45	12	20
63	ES5063	15	16	9	52	67	10.5	37	35	50	21	15	50	12	23
80	ES5080	18	20	11	66	86	11.5	47	40	60	25	18	63	14	27
100	ES5100	18	20	11	76	96	12.5	55	50	70	25	18	71	15	30
125	ES5125	20	30	13.5	94	124	17	70	60	90	37	25	90	20	40

Dimensiones: Accesorios de montaje del vástago

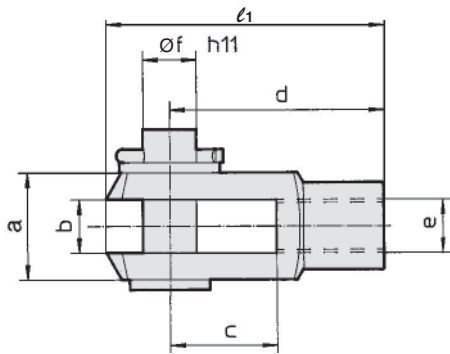
Junta flotante: JA



Diámetro [mm]	Referencia	M	A	B	C	Ø D	E	F	G	H	P	U	Carga (kN)	Peso (g)	Ángulo
32	JA30-10-125	M10 x 1.25	49.5	19.5	—	24	5	8	8	17	9	0.5	2.5	70	±0.5°
40	JA40-12-125	M12 x 1.25	60	20	—	31	6	11	11	22	13	0.75	4.4	160	
50, 63	JA50-16-150	M16 x 1.5	71.5	22	—	41	7.5	14	13.5	27	15	1	11	300	
80, 100	JAH50-20-150	M20 x 1.5	101	28	31	59.5	11.5	24	16	32	18	2	18	1080	
125	JA125-27-200	M27 x 2	123	34	38	66	13	27	20	41	24	2	28	1500	

* Color negro

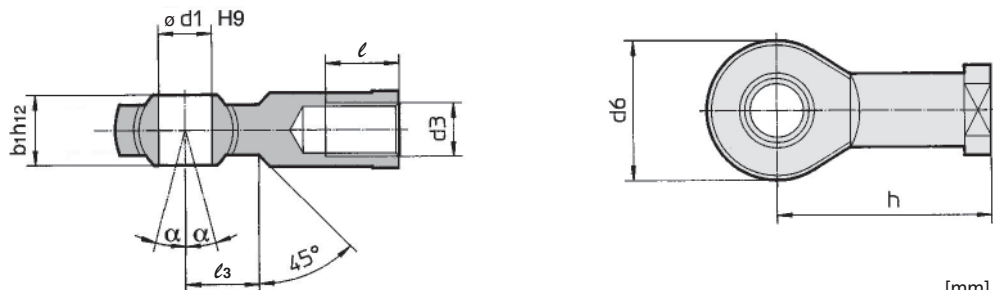
Fijación del vástago: GKM (ISO 8140)



Diámetro [mm]	Referencia	e	b	d	Ø f h11 (Eje)	Ø f H9 (Diámetro)	ℓ1	c (Min.)	a (Máx.)
32	GKM10-20	M10 x 1.25	10 ^{+0.5} _{+0.15}	40	10	10	52	20	20
40	GKM12-24	M12 x 1.25	12 ^{+0.5} _{+0.15}	48	12	12	62	24	24
50, 63	GKM16-32	M16 x 1.5	16 ^{+0.5} _{+0.15}	64	16	16	83	32	32
80, 100	GKM20-40	M20 x 1.5	20 ^{+0.5} _{+0.15}	80	20	20	105	40	40
125	GKM30-54	M27 x 2	30 ^{+0.5} _{+0.15}	110	30	30	148	54	55

* Suministrado con eje y fijación del eje.

Rótula articulada: KJ (ISO 8139)



Diámetro [mm]	Referencia	d3	Ø d1 H9	h	d6 (Máx.)	b1 h12	ℓ (Min.)	α	ℓ3
32	KJ10D	M10 x 1.25	10	43	28	14	20	4°	15
40	KJ12D	M12 x 1.25	12	50	32	16	22	4°	17
50, 63	KJ16D	M16 x 1.5	16	64	42	21	28	4°	23
80, 100	KJ20D	M20 x 1.5	20	77	50	25	33	4°	27
125	KJ27D	M27 x 2	30	110	70	37	51	4°	36

Cilindro neumático: Modelo estándar

Doble efecto con vástago simple/doble

Serie C96

Ø 32, Ø 40, Ø 50, Ø 63, Ø 80, Ø 100, Ø 125



Forma de pedido

C96S **B** **32** - **100** **C** **J** **W** - **—**

Con detección magnética **C96SD** **B** **32** - **100** **C** **J** **W** - **M9BW** **S** - **—**

Con detección magnética (imán integrado)

Montaje

B	Básico
L	Escuadra
F	Brida anterior
G	Brida posterior
C	Fijación oscilante macho
D	Fijación oscilante hembra
T	Muñón central

* Las fijaciones de montaje se envían juntas de fábrica, pero sin instalar. (excepto modelo de muñón central).

Diámetro

32	32 mm
40	40 mm
50	50 mm
63	63 mm
80	80 mm
100	100 mm
125	125 mm

Carrera del cilindro [mm]
Consulte "Carreras estándar" en la pág. 4.

Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica
* Eliminar la letra C cuando se seleccione Ø 125 (Amortiguación neumática en ambos extremos)

Vástago

—	Vástago simple
W	Doble vástago

Fuelle

—	Sin fuelle
J	Tela de nylon (un extremo)
JJ	Tela de nylon (ambos extremos)
K	Tela resistente al calor (un extremo)
KK	Tela resistente al calor (ambos extremos)

Nº detectores magnéticos

—	2 uds.
S	1 ud.
3	3 uds.
n	"n" uds.

Ejecuciones especiales
Véanse más detalles en la pág. 4.

Detector magnético

—	Sin detector magnético
----------	------------------------

* Consulte los modelos de detectores magnéticos aplicables en la tabla inferior.

Detectores magnéticos aplicables/Consulte la **Guía de detectores magnéticos** para obtener más información acerca de los detectores magnéticos.

Tipo	Funcionamiento especial	Entrada eléctrica	Indicador LED	Cableado (salida)	Tensión de carga		Modelo de detector magnético		Longitud de cable [m]				Conector precableado	Carga aplicable								
					DC	AC	Montaje tirante	Montaje en banda	0.5 (—)	1 (M)	3 (L)	5 (Z)										
Detector magnético de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24 V	—	M9N	—	●	●	●	○	○	Circuito IC	Relé, PLC							
		3 hilos (PNP)		M9P			—	●	●	●	○	○	○									
		2 hilos		M9B			—	●	●	●	○	○	—									
		Caja de conexiones		3 hilos (NPN)			—	G39	—	—	—	—	Circuito IC									
	Indicación de diagnóstico (indicación en 2 colores)	Salida directa a cable		2 hilos			3 hilos (NPN)	5 V, 12 V	M9NW	—	●	●	●	○		○	Circuito IC					
				3 hilos (PNP)			5 V, 12 V	M9PW	—	●	●	●	○	○		○						
				2 hilos			12 V	M9BW	—	●	●	●	○	○		—						
				3 hilos (NPN)			5 V, 12 V	M9NA*1	—	○	○	●	○	○		Circuito IC						
	Resistente al agua (indicación en 2 colores)			3 hilos (PNP)			12 V	M9PA*1	—	○	○	●	○	○		○	Circuito IC					
				2 hilos			12 V	M9BA*1	—	○	○	●	○	○		—						
	Con salida de diagnóstico (indicación en 2 colores)			4 hilos (NPN)			5 V, 12 V	F59F	—	●	—	●	○	○		Circuito IC						
	Resistente a campos magnéticos (indicación en 2 colores)			2 hilos (No polar)			—	P4DW	—	—	—	●	●	○		—						
	Detector tipo Reed			—			Salida directa a cable	Sí	3 hilos (equivalente a NPN)	—	5 V	—	A96	—		●	—	●	—	—	Circuito IC	—
									2 hilos	24 V	12 V	100 V	A93	—		●	●	●	●	—	—	
100 V o inferior			A90		—	●						—	●	—	—	—						
100 V, 200 V			A54		—	●						—	●	●	—	—						
200 V o inferior			A64	—	●	—	●	—				—	—									
—			A33	—	—	—	—	—				—	—	PLC								
100 V, 200 V		A34	—	—	—	—	—	—				Relé, PLC										
—		A44	—	—	—	—	—		—	Relé, PLC												
Indicación de diagnóstico (indicación en 2 colores)		Salida directa a cable	Sí	—	—	—	A59W	—			●	—	●	—	—							

*1 Los detectores resistentes al agua se pueden montar en los modelos estándar pero, en ese caso, SMC no puede garantizar la resistencia al agua de los cilindros.

* Símbolos de longitud de cable: 0.5 m — (Ejemplo) M9NW
1 m M (Ejemplo) M9NWM
3 m L (Ejemplo) M9NWL
5 m Z (Ejemplo) M9NWX

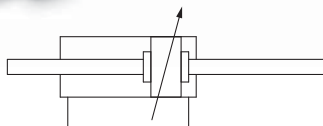
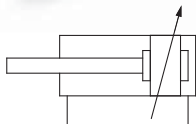
* Los detectores de estado sólido marcados con "○" se fabrican bajo demanda.

* Existen otros detectores magnéticos aplicables aparte de los listados anteriormente. Consulte los detalles en la pág. 27.

* Consulte la **Guía de detectores magnéticos** si desea información acerca de detectores magnéticos con conector precableado.

* Los detectores D-A9□/M9□/M9□W/M9□A se envían juntos, pero sin montar.

(Sin embargo, sólo las fijaciones de montaje del detector magnético están instaladas en el momento del envío.)



Ejecuciones especiales

(Consulte las págs. 32 a 41 para más detalles.)

Símbolo	Especificaciones
-XA□	Modificación de la forma de la rótula articulada de vástago
-XC14	Modificación de la posición de montaje del muñón
-XB6	Cilindro resistente a altas temperaturas (-10 a 150° C)
-XB7	Cilindro resistente a bajas temperaturas (-40 a 70° C)
-XC4	Con rascador reforzado
-XC7	Tirante, tuerca de tirante, etc. de acero inoxidable
-XC10	Cilindro multiposicional/doble vástago
-XC11	Cilindro de carrera doble con vástago simple
-XC22	Junta de goma fluorada
-XC35	Con rascador de bobina
-XC65	Fabricado en acero inoxidable (Combinación de -XC7 y -XC68)
-XC68	Fabricado en acero inoxidable (con vástago de cromado duro)
-XC88	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, retenedor de lubricación, grasa para soldadura (Vástago: Acero inoxidable 304)
-XC89	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, retenedor de lubricación, grasa para soldadura (Vástago: S45C)

Consulte las páginas 23 a 27 en lo referente a los cilindros con detectores magnéticos.

- Posición adecuada de montaje de los detectores magnéticos (detección a final de carrera) y su altura de montaje
- Carrera mínima para el montaje de detectores magnéticos
- Referencias de las fijaciones de montaje de los detectores magnéticos
- Rango de trabajo

Características técnicas

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70° C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60° C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s						50 a 700 mm/s
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 1900: $^{+3.2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica						Amortiguación neumática en ambos extremos
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, muñón central						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Máx. Carrera *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	1000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	1900
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	1900
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	1900
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	1900
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	1900
125	—	2000

Carreras intermedias disponibles.

* Consulte con SMC para carreras más largas.

** Los modelos de Ø 125 y de doble vástago se fabrican bajo demanda en cualquier carrera.

Accesorios

Montaje	Básico	Escuadra	Brida de culata anterior	Brida de culata posterior	Fijación oscilante macho	Fijación oscilante hembra	Muñón central
Estándar	Tuerca del vástago	●	●	●	●	●	●
	Eje de fijación oscilante	—	—	—	—	●	—
Opción	Rótula articulada de vástago	●	●	●	●	●	●
	Fijación del vástago	●	●	●	●	●	●
	Fuelle	●	●	●	●	●	●

* No use una rótula articulada de vástago (o una junta flotante) junto con una fijación oscilante macho con rótula articulada (o una fijación oscilante hembra angulada con rótula articulada).

* Consulte las páginas 10 a 14 para las dimensiones y referencias de los accesorios.

⚠ Precauciones

Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso. Consulte las normas de seguridad en la contraportada. Consulte las precauciones sobre actuadores y detectores magnéticos en las "Precauciones en el manejo de productos SMC" o en el manual de funcionamiento en el sitio web de SMC <http://www.smc.eu>

Esfuerzo teórico



Energía cinética admisible

Diámetro [mm]	Tamaño de vástago [mm]	Dirección de funcionamiento	Área del émbolo [mm²]	Presión de trabajo [MPa]								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
32	12	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963
		IN	1649	330	495	660	825	989	1154	1319	1484	1649
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536
100	25	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7068	7854
		IN	7363	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125	32	OUT	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
		IN	11468	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

Nota) Esfuerzo teórico [N] = Presión [MPa] x Área del émbolo [mm²]

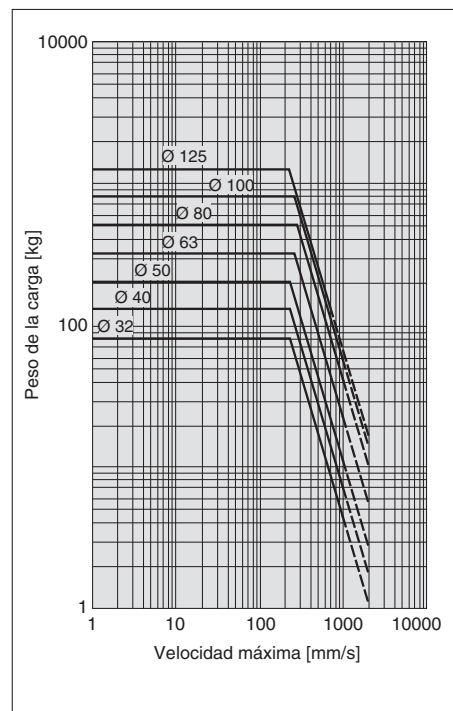
Pesos

Diámetro [mm]		32	40	50	63	80	100	125
Peso básico	Básico	0.43	0.64	1.09	1.42	2.32	3.15	6.70
	Escuadra	0.16	0.20	0.38	0.46	0.89	1.09	2.60
	Brida	0.20	0.23	0.47	0.58	1.30	1.81	4.10
	Fijación oscilante macho	0.16	0.23	0.37	0.60	1.07	1.73	4.15
	Fijación oscilante hembra	0.20	0.32	0.45	0.71	1.28	2.11	4.25
	Muñon	0.71	1.10	1.73	2.48	4.25	5.95	2.98
Peso adicional por cada 50 mm de carrera	Todas las fijaciones de montaje	0.11	0.16	0.24	0.26	0.40	0.44	0.71
Accesorios	Rótula articulada del vástago	0.07	0.11	0.22		0.40		1.20
	Fijación del vástago	0.09	0.15	0.34		0.69		1.84

Cálculo: Ejemplo) **C96SD40-100C**

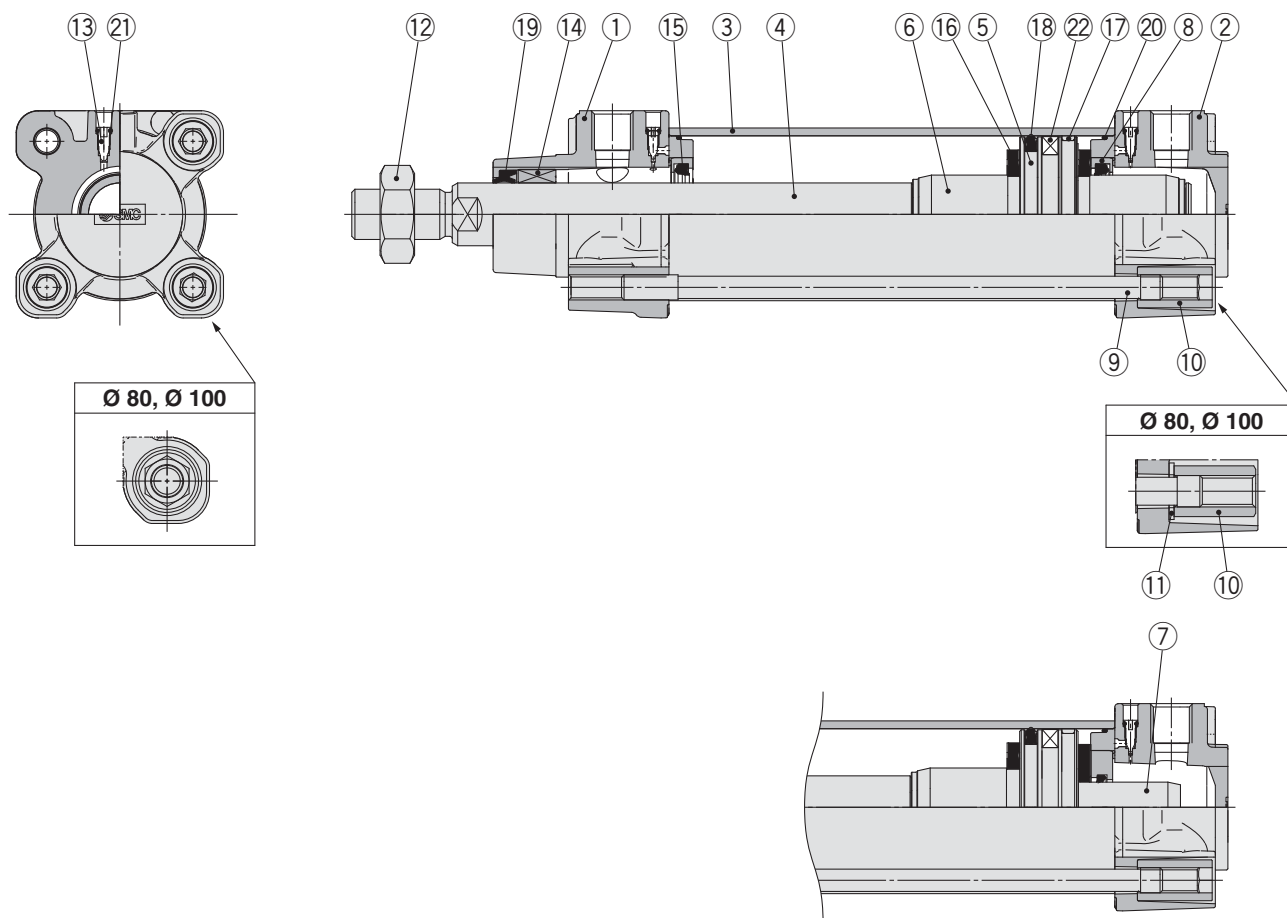
- Peso básico 0.64 [kg] (Básico, Ø 40)
- Peso adicional 0.16 (kg/50 mm)
- Carrera de cilindro 100 (mm)
- Peso de fijación de montaje 0.32 [kg] (fijación oscilante hembra)

$$0.64 + 0.16 \times 100 \div 50 + 0.32 = 1.28 \text{ kg}$$



(Ejemplo) Encuentre el límite superior de carga del extremo del vástago para un cilindro neumático de Ø 63 operado a 500 mm/s. Desde el punto que indica 500 mm/s en el eje de abscisas, trace una línea hacia arriba y calcule el punto de intersección con la línea del diámetro 63. Trace una línea desde el punto de intersección hacia la izquierda para hallar un peso de carga de 80 kg.

Diseño



Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Culata anterior	Aluminio fundido	
2	Culata posterior	Aluminio fundido	
3	Camisa del cilindro	Aleación de aluminio	
4	Vástago	Acero al carbono	
5	Émbolo	Aleación de aluminio Ø 32 a Ø 63, Ø 125 Aluminio fundido Ø 80, Ø 100	
6	Anillo de amortiguación A	Aleación de aluminio	
7	Anillo de amortiguación B	Aleación de aluminio	
8	Soporte de junta de amortiguación	Aleación de aluminio	
9	Tirante	Acero al carbono	
10	Tuerca del tirante	Acero	
11	Arandela plana	Acero	Ø 80, Ø 100
12	Tuerca del extremo del vástago	Acero	
13	Válvula de amortiguación	Resina	
14	Casquillo	Aleación para cojinetes	
15	Junta de amortiguación	Uretano	
16	Amortiguador	Uretano	
17	Anillo guía	Resina	
18	Junta del émbolo	NBR	
19	Junta del vástago	NBR	
20	Junta de estanqueidad de tubo de cilindro	NBR	
21	Junta de válvula de amortiguación	NBR	
22	Imán		

Recambios / juego de juntas (vástago simple)

Diámetro [mm]	Ref. del juego	Contenido
32	CS95-32	Los juegos incluyen los elementos 15, 17 a 20
40	CS95-40	
50	CS95-50	
63	CS95-63	
80	CS95-80	
100	CS96-100	
125	CS96-125	

* Los juegos de juntas contienen los elementos 15, 17 a 20 y se pueden pedir mediante la ref. del juego de juntas que corresponde a cada diámetro.

* El juego de juntas incluye un paquete de grasa (10 g para Ø 32 a Ø 50, 20 g para Ø 63 y Ø 80, 30 g para Ø 100).

Pida la siguiente referencia cuando sólo necesite el tubo de grasa.

Ref. paquete de grasa: GR-S-010 (10 g), GR-S-020 (20 g)

Juego de juntas (Doble vástago)

Diámetro [mm]	Ref. del juego	Contenido
32	CS95W-32	Los juegos incluyen los elementos 15, 18 a 20
40	CS95W-40	
50	CS95W-50	
63	CS95W-63	
80	CS95W-80	
100	CS96W-100	
125	CS96W-125	

* Los juegos de juntas contienen los elementos 15, 18 a 20 y se pueden pedir mediante la ref. del juego de juntas que corresponde a cada diámetro.

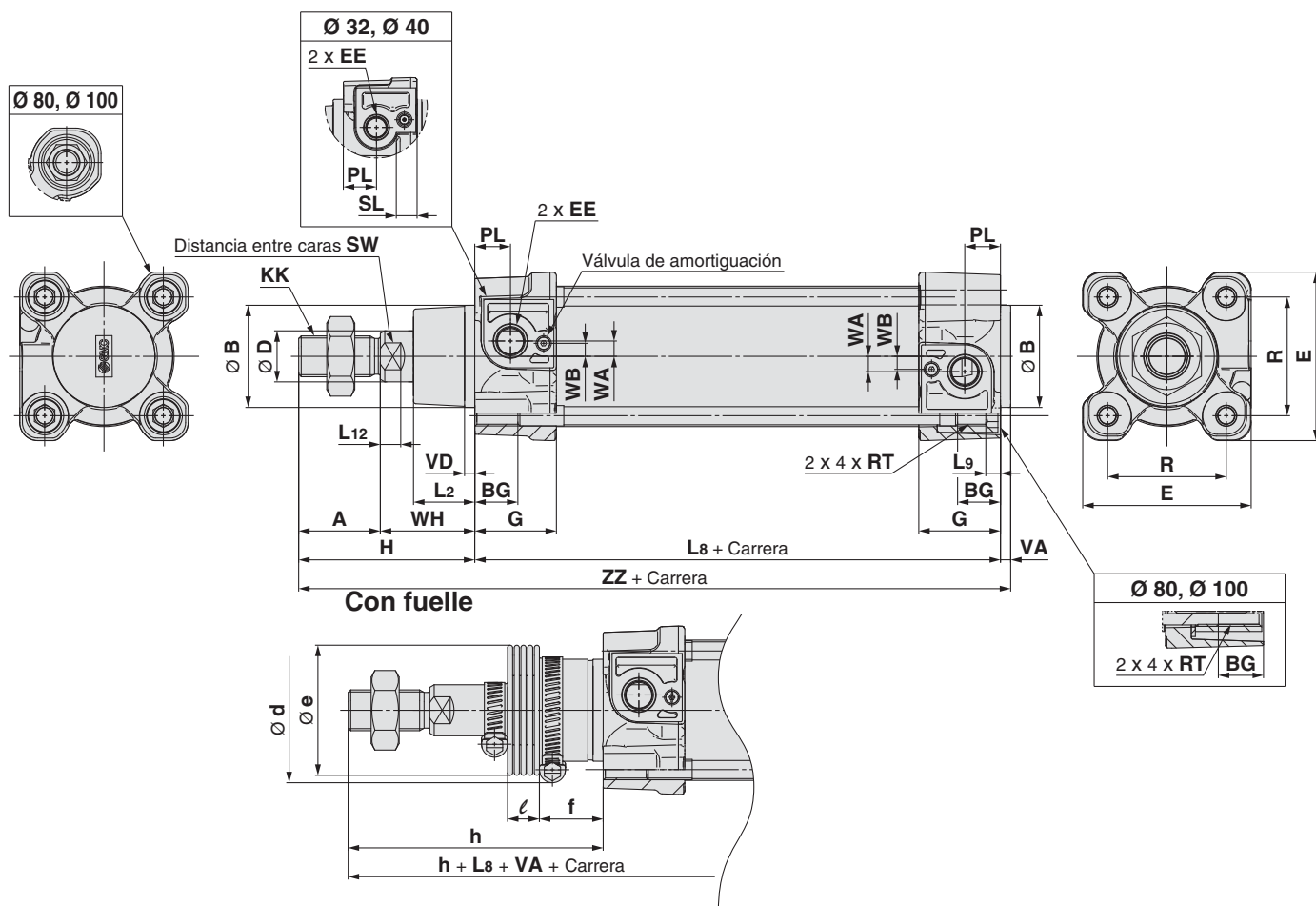
* El juego de juntas incluye un paquete de grasa (10 g para Ø 32 a Ø 50, 20 g para Ø 63 y Ø 80, 30 g para Ø 100).

Pida la siguiente referencia cuando sólo necesite el tubo de grasa.

Ref. paquete de grasa: GR-S010 (10 g), GR-S-020 (20 g)

Dimensiones

Modelo básico: C96S (D) B Diámetro – Carrera C (J)



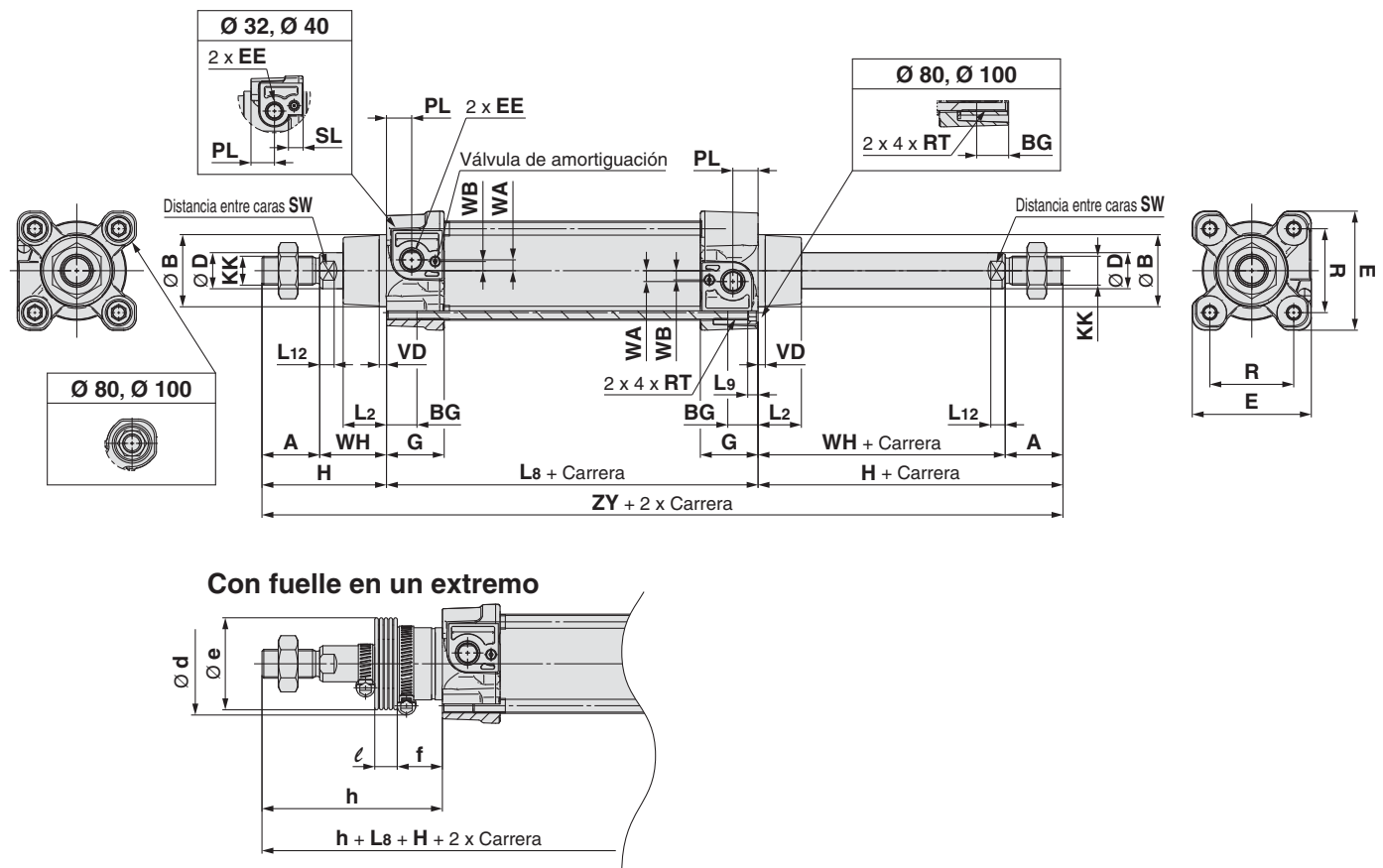
Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]		A	Ø B d11	BG	Ø D	E	EE	G	H	KK	L2	L8	L9	L12	PL	R	RT	SL	SW	VA	VD	WA	WB	WH	ZZ
	Sin fuelle	Con fuelle																								
32	Hasta 1000	Hasta 1000	22	30	16	12	47	G1/8	28.9	48	M10 x 1.25	15	94	4	6	13	32.5	M6 x 1	8	10	4	4	4	7	26	146
40	Hasta 1900	Hasta 1000	24	35	16	16	54	G1/4	32.6	54	M12 x 1.25	17	105	4	6.5	14	38	M6 x 1	8	13	4	4	5	8.9	30	163
50	Hasta 1900	Hasta 1000	32	40	16	20	66	G1/4	32	69	M16 x 1.5	24	106	5	8	14	46.5	M8 x 1.25	–	17	4	4	6	5.1	37	179
63	Hasta 1900	Hasta 1000	32	45	16	20	77	G3/8	38.6	69	M16 x 1.5	24	121	5	8	16	56.5	M8 x 1.25	–	17	4	4	9	6.3	37	194
80	Hasta 1900	Hasta 1000	40	45	17	25	99	G3/8	38.4	86	M20 x 1.5	30	128	–	10	16	72	M10 x 1.5	–	22	4	4	11.5	6	46	218
100	Hasta 1900*	Hasta 1000*	40	55	17	25	118	G1/2	42.9	91	M20 x 1.5	32	138	–	10	18	89	M10 x 1.5	–	22	4	4	17	10	51	233
125	Hasta 2000*	Hasta 1000*	54	60	20	32	144	G1/2	58	119	M27 x 2	40	160	–	13	19	110	M12 x 1.75	–	27	6	6	17	15	65	285

* Carrera mínima para montaje con muñon: 0 mm para diámetro 32 a 80, 5 mm para diámetro 100, 10 mm para diámetro 125

Diámetro [mm]	Ø e	Ø d	f	ℓ												h											
				1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000
32	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
40	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
50	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
63	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
80	56	68	30	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
100	56	76	32	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
125	75	82	40	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320

Dimensiones

Modelo básico: C96S (D) B Diámetro – Carrera C (J) W



Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]	A	Ø B d11	Ø D	EE	PL	RT	L12	KK	SW	G	BG	L8	VD	WA	WB	WH	ZY	E	R	L2	L9	H	SL
32	Hasta 1000	22	30	12	G1/8	13	M6 x 1	6	M10 x 1.25	10	28.9	16	94	4	4	7	26	190	47	32.5	15	4	48	8
40	Hasta 1000	24	35	16	G1/4	14	M6 x 1	6.5	M12 x 1.25	13	32.6	16	105	4	5	8.9	30	213	54	38	17	4	54	8
50	Hasta 1000	32	40	20	G1/4	14	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	32	16	106	4	6	5.1	37	244	66	46.5	24	5	69	—
63	Hasta 1000	32	45	20	G3/8	16	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	38.6	16	121	4	9	6.3	37	259	77	56.5	24	5	69	—
80	Hasta 1000	40	45	25	G3/8	16	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	38.4	17	128	4	11.5	6	46	300	99	72	30	—	86	—
100	Hasta 1000*	40	55	25	G1/2	18	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	42.9	17	138	4	17	10	51	320	118	89	32	—	91	—
125	Hasta 1000*	54	60	32	G1/2	19	M12 x 1.75	13	M27 x 2	27	58	20	160	6	17	15	65	398	—	89	40	—	119	—

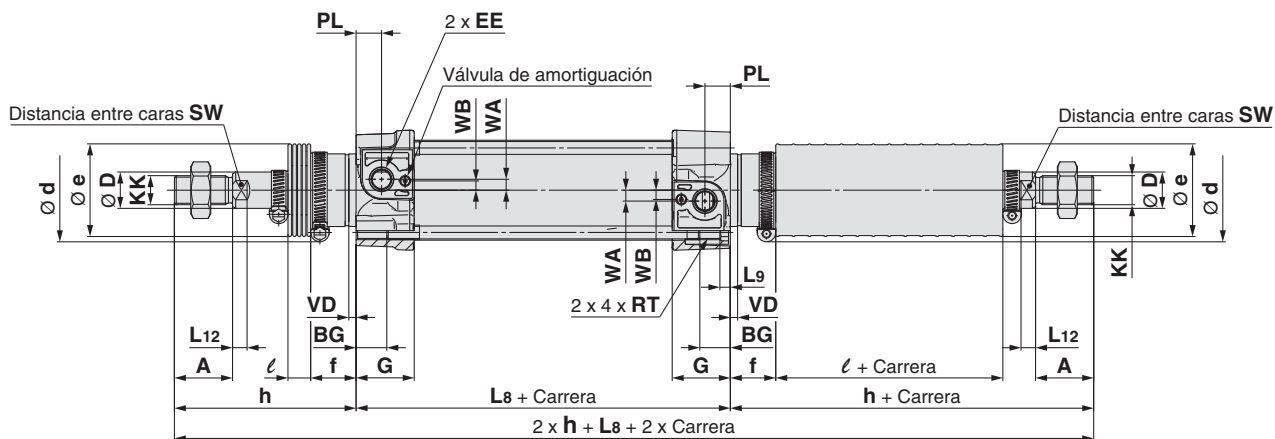
* Carrera mínima para montaje con muñon: 0 mm para diámetro 32 a 80, 5 mm para diámetro 100, 10 mm para diámetro 125

Diámetro [mm]	ø e	ø d	f	ℓ														h											
				1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000		
32	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313		
40	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313		
50	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325		
63	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325		
80	56	68	30	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341		
100	56	76	32	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341		
125	75	82	40	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320		

Dimensiones

Modelo básico: C96S (D) B Diámetro – Carrera C (JJ) W

Con fuelle en ambos extremos



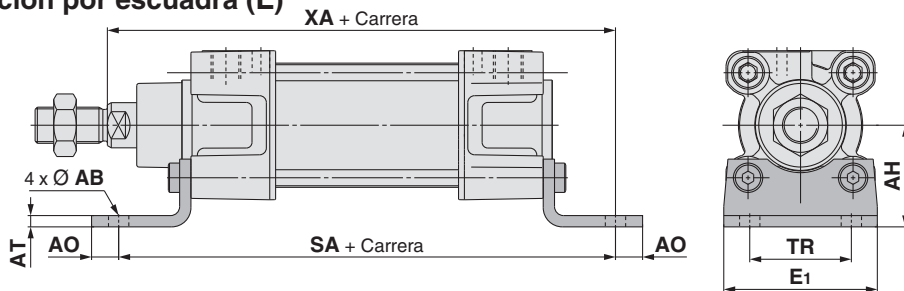
Diámetro [mm]	Rango de carrera [mm]	A	Ø D	EE	PL	RT	L12	KK	SW	G	BG	L8	VD	WA	WB	E	R	L9	SL
32	Hasta 1000	22	12	G1/8	13	M6 x 1	6	M10 x 1.25	10	28.9	16	94	4	4	7	47	32.5	4	8
40	Hasta 1000	24	16	G1/4	14	M6 x 1	6.5	M12 x 1.25	13	32.6	16	105	4	5	8.9	54	38	4	8
50	Hasta 1000	32	20	G1/4	14	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	32	16	106	4	6	5.1	66	46.5	5	—
63	Hasta 1000	32	20	G3/8	16	M8 x 1.25	8	M16 x 1.5	17	38.6	16	121	4	9	6.3	77	56.5	5	—
80	Hasta 1000	40	25	G3/8	16	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	38.4	17	128	4	11.5	6	99	72	—	—
100	Hasta 1000*	40	25	G1/2	18	M10 x 1.5	10	M20 x 1.5	22	42.9	17	138	4	17	10	118	89	—	—
125	Hasta 1000*	54	32	G1/2	19	M12 x 1.75	13	M27 x 2	27	58	20	160	6	17	15	—	—	—	—

* Carrera mínima para montaje con muñon: 0 mm para diámetro 32 a 80, 5 mm para diámetro 100, 10 mm para diámetro 125

Diámetro [mm]	Ø e	Ø d	f	ℓ												h											
				1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000	1 a 50	51 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 600	601 a 700	701 a 800	801 a 900	901 a 1000
32	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
40	36	54	23	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	75	88	100	113	138	163	188	213	238	263	288	313
50	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
63	51	64	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	87	100	112	125	150	175	200	225	250	275	300	325
80	56	68	30	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
100	56	76	32	12.5	25	37.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250	103	116	128	141	166	191	216	241	266	291	316	341
125	75	82	40	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320

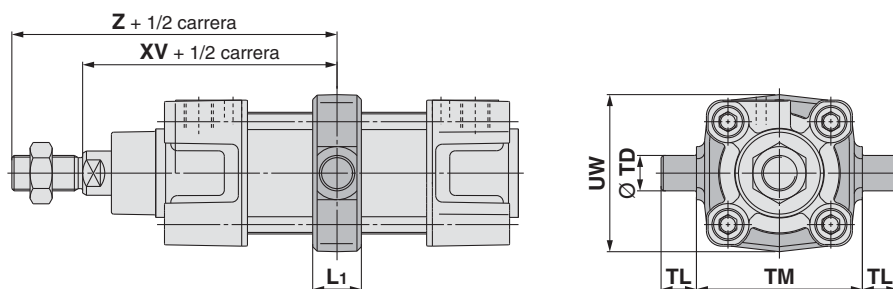
Dimensiones

Fijación por escuadra (L)



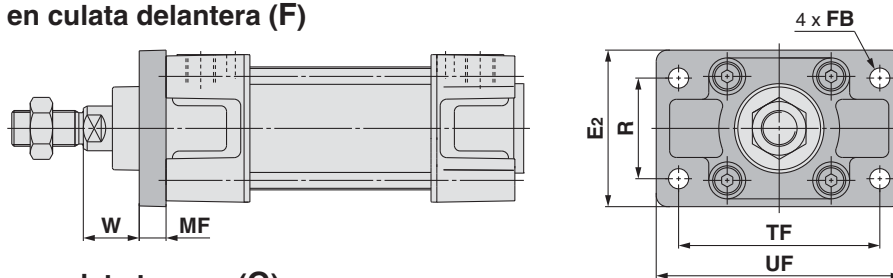
[mm]								
Diámetro [mm]	E1	TR	AH	AO	AT	AB	SA	XA
32	48	32	32	10	4.5	7	142	144
40	55	36	36	11	4.5	10	161	163
50	68	45	45	12	5.5	10	170	175
63	80	50	50	12	5.5	10	185	190
80	100	63	63	14	6.5	12	210	215
100	120	75	71	16	6.5	14.5	220	230
125	Max. 157	90	90	Max. 157	8	16	250	270

Muñón central (T)



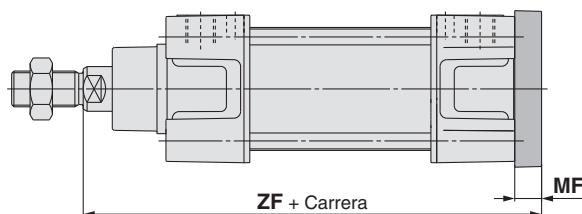
[mm]							
Diámetro [mm]	TM	TL	TD e8	UW	L1	XV	Z
32	50	12	12	49	17	73	95
40	63	16	16	58	22	82.5	106.5
50	75	16	16	71	22	90	122
63	90	20	20	87	28	97.5	129.5
80	110	20	20	110	34	110	150
100	132	25	25	136	40	120	160
125	160	25	25	Max. 160	50	145	199

Brida en culata delantera (F)



[mm]							
Diámetro [mm]	R	TF	FB	E2	UF	W	MF
32	32	64	7	50	79	16	10
40	36	72	9	55	90	20	10
50	45	90	9	70	110	25	12
63	50	100	9	80	120	25	12
80	63	126	12	100	153	30	16
100	75	150	14	120	178	35	16
125	90	180	16	Max. 157	Max. 124	45	20

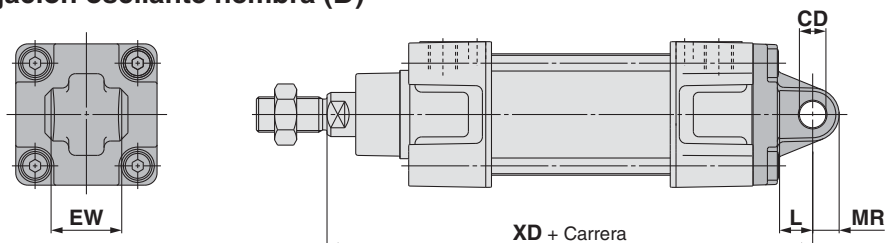
Brida en culata trasera (G)



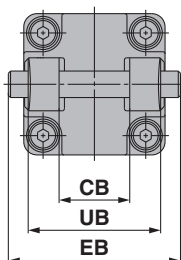
[mm]		
Diámetro [mm]	MF	ZF
32	10	130
40	10	145
50	12	155
63	12	170
80	16	190
100	16	205
125	20	245

Fijación oscilante macho (C)

Fijación oscilante hembra (D)



Fijación oscilante macho (C)



Fijación oscilante hembra (D)

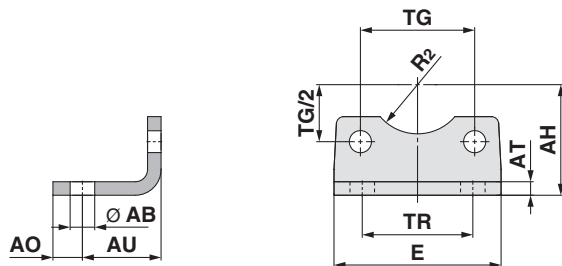
[mm]								
Diámetro [mm]	EW	CD H9	L	MR	XD	UB h14	CB H14	EB
32	26 ^{-0.2} _{-0.6}	10	12	9.5	142	45	26	65
40	28 ^{-0.2} _{-0.6}	12	15	12	160	52	28	75
50	32 ^{-0.2} _{-0.6}	12	15	12	170	60	32	80
63	40 ^{-0.2} _{-0.6}	16	20	16	190	70	40	90
80	50 ^{-0.2} _{-0.6}	16	20	16	210	90	50	110
100	60 ^{-0.2} _{-0.6}	20	25	20	230	110	60	140
125	70 ^{-0.2} _{-0.6}	25	Min. 30	Máx. 26	275	130	70	Máx. 157

Serie C96

Accesorios

Dimensiones: Fijación de montaje

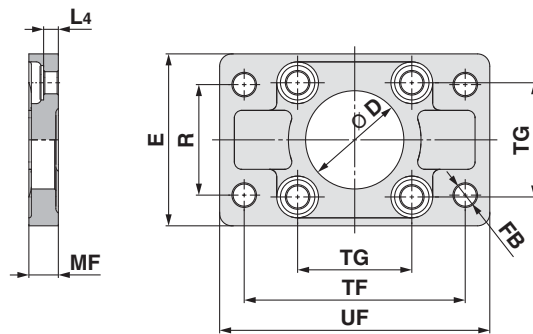
Fijación por escuadra (L)



Diámetro [mm]	Referencia	AB	TG ± 0.2	E	TR	AO	AU	AH	AT	R2	Tamaño tornillo
32	L5032	7	32.5	48	32	10	24	32	4.5	15	M6 x 16L
40	L5040	10	38	55	36	11	28	36	4.5	17.5	M6 x 16L
50	L5050	10	46.5	68	45	12	32	45	5.5	20	M8 x 20L
63	L5063	10	56.5	80	50	12	32	50	5.5	22.5	M8 x 20L
80	L5080	12	72	100	63	14	41	63	6.5	22.5	M10 x 20L
100	L5100	14.5	89	120	75	16	41	71	6.5	27.5	M10 x 20L
125	L5125	116	110	140	90	14	45	90	8	30	—

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

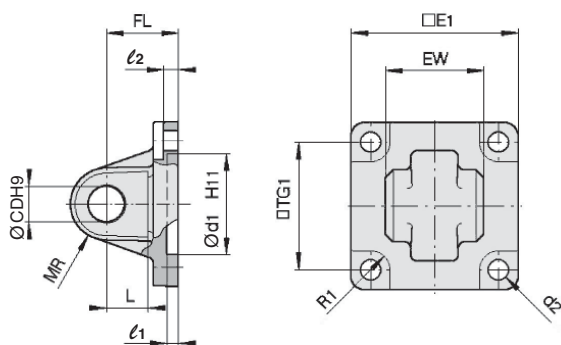
Brida (F, G)



Diámetro [mm]	Referencia	D H11	Ø FB	TG ± 0.2	E	R	MF	TF	UF	L4	Tamaño tornillo
32	F5032	30	7	32.5	50	32	10	64	79	5	M6 x 20L
40	F5040	35	9	38	55	36	10	72	90	5	M6 x 20L
50	F5050	40	9	46.5	70	45	12	90	110	6.5	M8 x 20L
63	F5063	45	9	56.5	80	50	12	100	120	6.5	M8 x 20L
80	F5080	45	12	72	100	63	16	126	153	9	M10 x 25L
100	F5100	55	14	89	120	75	16	150	178	9	M10 x 25L
125	F5125	60	16	90	140	90	20	180	205	105	—

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Fijación oscilante macho (C)

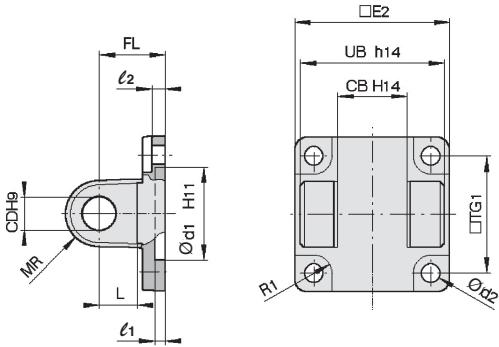


Diámetro [mm]	Referencia	E1	EW	TG1	FL	l1	L	l2	Ø d1	Ø CD	MR	Ø d2	R1
32	C5032	45	26 $^{+0.2}_{-0.6}$	32.5	22	5	12	5.5	30	10	9.5	6.6	6.5
40	C5040	51	28 $^{+0.2}_{-0.6}$	38	25	5	15	5.5	35	12	12	6.6	6.5
50	C5050	64	32 $^{+0.2}_{-0.6}$	46.5	27	5	15	6.5	40	12	12	9	8.5
63	C5063	74	40 $^{+0.2}_{-0.6}$	56.5	32	5	20	6.5	45	16	16	9	8.5
80	C5080	94	50 $^{+0.2}_{-0.6}$	72	36	5	20	10	45	16	16	11	11
100	C5100	113	60 $^{+0.2}_{-0.6}$	89	41	5	25	10	55	20	20	11	12
125	C5125	Max. 157	70 $^{+0.2}_{-0.6}$	110	50	7	30	10	60	25	26	13.5	10

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Dimensiones: Accesorios de montaje de cilindros

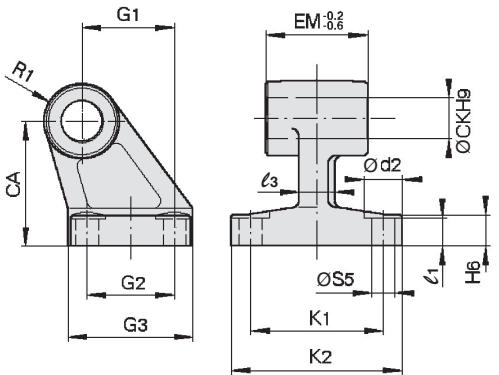
Fijación oscilante hembra (D)



[mm]														
Diámetro [mm]	Referencia	TG1	FL	l1	L	l2	Ø d1	Ø CD	MR	Ø d2	R1	E2	UB	CB
32	D5032	32.5	22	5	12	5.5	30	10	9.5	6.6	6.5	48	45	26
40	D5040	38	25	5	15	5.5	35	12	12	6.6	6.5	56	52	28
50	D5050	46.5	27	5	15	6.5	40	12	12	9	8.5	64	60	32
63	D5063	56.5	32	5	20	6.5	45	16	16	9	8.5	75	70	40
80	D5080	72	36	5	20	10	45	16	16	11	11	95	90	50
100	D5100	89	41	5	25	10	55	20	20	11	12	115	110	60
125	D5125	110	50	—	30	10	60	25	25	13.5	—	140	130	70

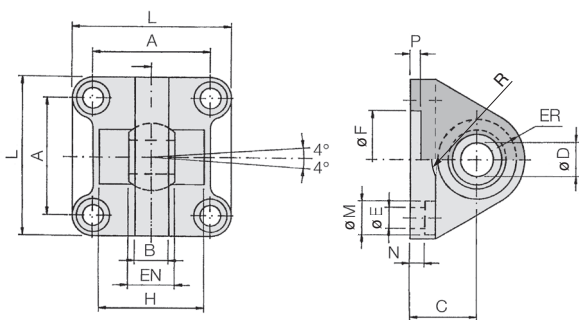
* Suministrado con 4 tornillos de montaje, eje y fijación eje.

Pivote oscilante (E)



															[mm]
Diámetro [mm]	Referencia	Ø d ₂	Ø CK	Ø S5	K ₁	K ₂ (máx.)	ℓ ₃ (máx.)	G ₁	ℓ ₁	G ₂	EM	G ₃ (máx.)	CA	H ₆	R ₁
32	E5032	11	10	6.6	38	51	10	21	7	18	26 ^{-0.2 -0.6}	31	32	8	10
40	E5040	11	12	6.6	41	54	10	24	9	22	28 ^{-0.2 -0.6}	35	36	10	11
50	E5050	15	12	9	50	65	12	33	11	30	32 ^{-0.2 -0.6}	45	45	12	12
63	E5063	15	16	9	52	67	14	37	11	35	40 ^{-0.2 -0.6}	50	50	12	15
80	E5080	18	16	11	66	86	18	47	12.5	40	50 ^{-0.2 -0.6}	60	63	14	15
100	E5100	18	20	11	76	96	20	55	13.5	50	60 ^{-0.2 -0.6}	70	71	15	19
125	E5125	20	25	14	94	124	30	70	17	60	70 ^{-0.5 -1.5}	90	90	20	22.5

Fijación oscilante macho con rótula articulada (CS)

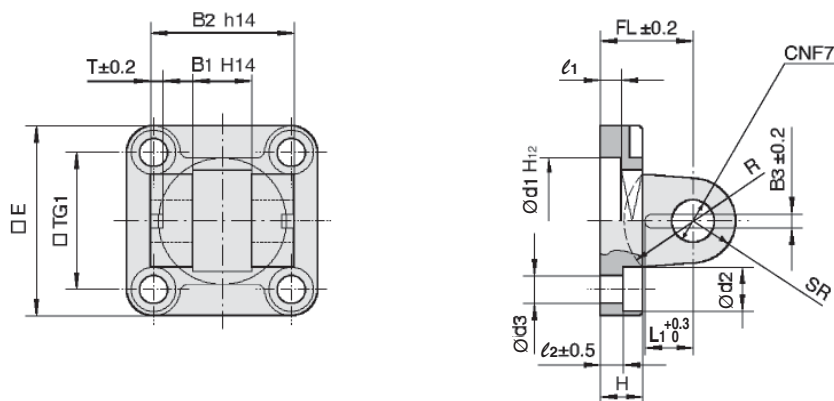


															[mm]
Diámetro [mm]	Referencia	A	B (máx.)	C	Ø D _{H7}	EN _{0 -0.1}	ER (máx.)	Ø F _{H11}	Ø E	L	Ø M	N	P	H ±0.5	R
32	CS5032	32.5	10.5	22	10	14	15	30	6.6	45	10.5	5.5	5	36	12.5
40	CS5040	38	12	25	12	16	18	35	6.6	55	11	5.5	5	42	14.5
50	CS5050	46.5	15	27	16	21	20	40	9	65	15	6.5	5	48	19.5
63	CS5063	56.5	15	32	16	21	23	45	9	75	15	6.5	5	55	19.5
80	CS5080	72	18	36	20	25	27	45	11	95	18	10	5	70	24.5
100	CS5100	89	18	41	20	25	30	55	11	115	18	10	5	80	24.5
125	CS5125	110	25	50	30	37	40	60	13.5	140	20	10	7	100	32.5

* Suministrado con 4 tornillos de montaje.

Dimensiones: Accesorios de montaje de cilindros

Fijación oscilante hembra con rótula articulada (DS)/para accesorio ES

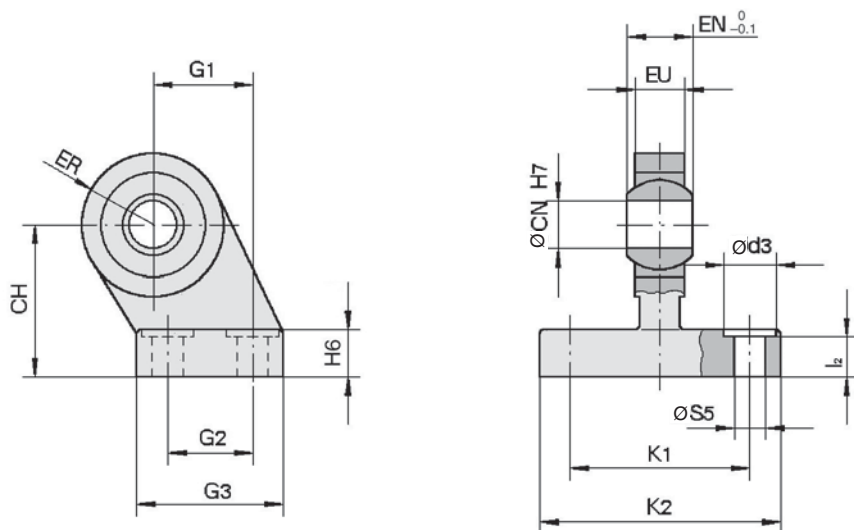


[mm]

Diámetro [mm]	Referencia	E	B ₁	B ₂	B ₃	L ₁	TG ₁	T	ℓ ₁ (Min.)	ℓ ₂	FL	H (máx.)	Ø d ₁	Ø d ₂	Ø d ₃	Ø CN	SR (máx.)	R
32	DS5032	45	14	34	3.3	11.5	32.5	3	5	5.5	22	10	30	10.5	6.6	10	11	17
40	DS5040	55	16	40	4.3	12	38	4	5	5.5	25	10	35	11	6.6	12	13	20
50	DS5050	65	21	45	4.3	14	46.5	4	5	6.5	27	12	40	15	9	16	18	22
63	DS5063	75	21	51	4.3	14	56.5	4	5	6.5	32	12	45	15	9	16	18	25
80	DS5080	95	25	65	4.3	16	72	4	5	10	36	16	45	18	11	20	22	30
100	DS5100	115	25	75	6.3	16	89	4	5	10	41	16	55	18	11	20	22	32
125	DS5125	140	37	97	6.3	24	110	6	7	10	50	20	60	20	13.5	30	30	42

* Suministrado con 4 tornillos de montaje, eje y fijación eje.

Pivote oscilante con rótula articulada (ES)

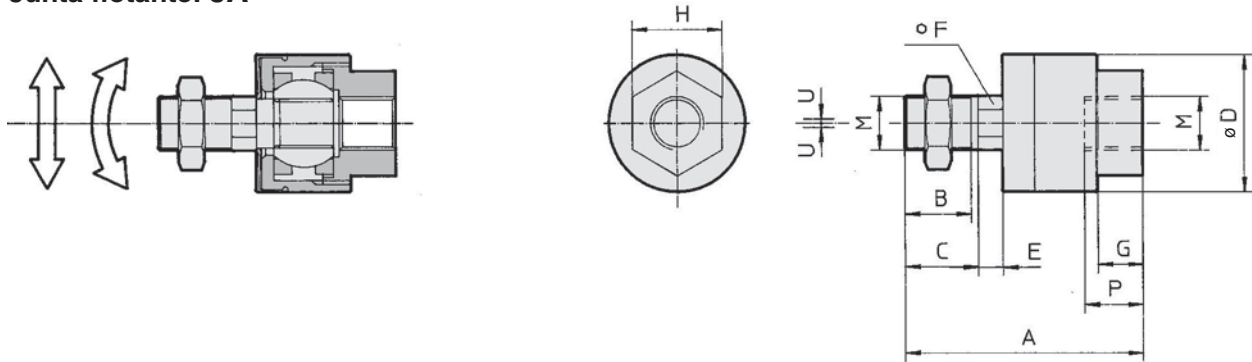


[mm]

Diámetro [mm]	Referencia	Ø d ₃	Ø CN	Ø S ₅	K ₁	K ₂ (máx.)	ℓ ₂	G ₁	G ₂	G ₃ (máx.)	EN	EU	CH	H ₆	ER (máx.)
32	ES5032	11	10	6.6	38	51	8.5	21	18	31	14	10.5	32	10	15
40	ES5040	11	12	6.6	41	54	8.5	24	22	35	16	12	36	10	18
50	ES5050	15	16	9	50	65	10.5	33	30	45	21	15	45	12	20
63	ES5063	15	16	9	52	67	10.5	37	35	50	21	15	50	12	23
80	ES5080	18	20	11	66	86	11.5	47	40	60	25	18	63	14	27
100	ES5100	18	20	11	76	96	12.5	55	50	70	25	18	71	15	30
125	ES5125	20	30	13.5	94	124	17	70	60	90	37	25	90	20	40

Dimensiones: Accesorios de montaje del vástago

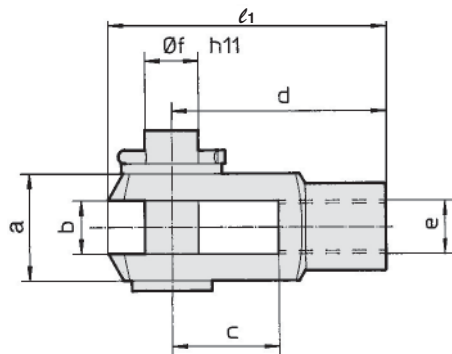
Junta flotante: JA



Diámetro [mm]	Referencia	M	A	B	C	Ø D	E	F	G	H	P	U	Carga (kN)	Peso (g)	Ángulo
32	JA30-10-125	M10 x 1.25	49.5	19.5	—	24	5	8	8	17	9	0.5	2.5	70	±0.5°
40	JA40-12-125	M12 x 1.25	60	20	—	31	6	11	11	22	13	0.75	4.4	160	
50, 63	JA50-16-150	M16 x 1.5	71.5	22	—	41	7.5	14	13.5	27	15	1	11	300	
80, 100	JAH50-20-150	M20 x 1.5	101	28	31	59.5	11.5	24	16	32	18	2	18	1080	
125	JA125-27-200	M27 x 2	123	34	38	66	13	27	20	41	24	2	28	1500	

* Color negro

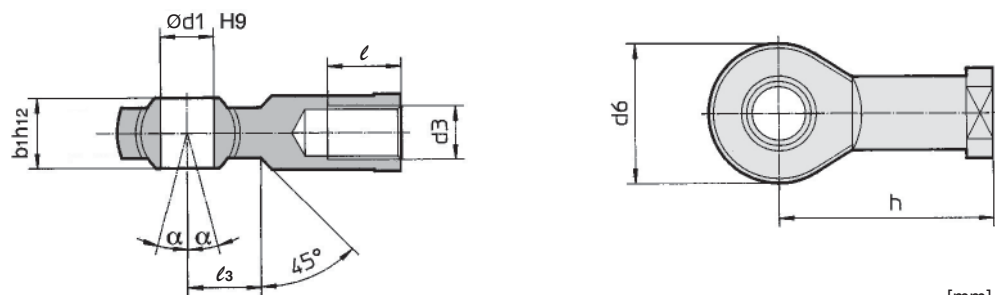
Fijación del vástago: GKM (ISO 8140)



Diámetro [mm]	Referencia	e	b	d	Ø f h11 (Eje)	Ø f H9 (Diámetro)	ℓ ₁	c (Min.)	a (Máx.)
32	GKM10-20	M10 x 1.25	10 ^{+0.5} _{+0.15}	40	10	10	52	20	20
40	GKM12-24	M12 x 1.25	12 ^{+0.5} _{+0.15}	48	12	12	62	24	24
50, 63	GKM16-32	M16 x 1.5	16 ^{+0.5} _{+0.15}	64	16	16	83	32	32
80, 100	GKM20-40	M20 x 1.5	20 ^{+0.5} _{+0.15}	80	20	20	105	40	40
125	GKM30-54	M27 x 2	30 ^{+0.5} _{+0.15}	110	30	30	148	54	55

* Suministrado con eje y fijación del eje..

Rótula articulada: KJ (ISO 8139)



Diámetro [mm]	Referencia	d ₃	Ø d ₁ H9	h	d ₆ (Máx.)	b ₁ h ₁₂	ℓ (Min.)	α	ℓ ₃
32	KJ10D	M10 x 1.25	10	43	28	14	20	4°	15
40	KJ12D	M12 x 1.25	12	50	32	16	22	4°	17
50, 63	KJ16D	M16 x 1.5	16	64	42	21	28	4°	23
80, 100	KJ20D	M20 x 1.5	20	77	50	25	33	4°	27
125	KJ27D	M27 x 2	30	110	70	37	51	4°	36

Cilindro neumático ISO: Doble efecto con bloqueo

Serie CP95N

ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100

Forma de pedido

Estándar CP95ND **B** **32** **100** **W** **Z76** **S**

Con detección magnética

Montaje

B	Modelo básico/sin fijación
L	Escuadra
F	Brida delantera
G	Brida trasera
C	Fijación osc. macho tr.
D	Fijación osc. hembra tr.

Diámetro

32	32mm
40	40mm
50	50mm
63	63mm
80	80mm
100	100mm

Detector magnético

—	Sin detector magnético
---	------------------------

* Véase la tabla inferior para la selección del detector compatible.

Nº de detectores

—	2
S	1
3	3
n	n

Características de vástago

—	Cromado duro como estándar
W	Vástago doble/pasante

Carrera (mm)

Véase la tabla de carreras estándar en la p.5-23 1000mm máx.

Detectores magnéticos aplicables/ Tipo de montaje directo

Mod.	Función especial	Entrada eléctrica	Indicador	Cableado (salida)	Voltaje de carga		Modelo detector magnético		Longitud de cable (m.) ^(Nota)			Carga aplicable	Fijación de montaje							
					DC	AC	Entrada eléctrica		0.5 (-)	3 (L)	5 (Z)									
							Vertical	Lateral												
Detector Reed	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos	—	5V	—	Z76	●	●	—	Circuito CI	—	BMP1-032						
			No	2 hilos	24V	5V, 12V	100V o menos	—	Z73	●	●	●	—		Relé PLC					
Detector de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24V	5V, 12V	—	Y69A	Y59A	●	●	○	Circuito CI		Relé PLC					
				3 hilos (PNP)				Y7PV	Y7P	●	●	○	—							
				2 hilos				Y69B	Y59B	●	●	○								
	Indicación diagnóstico (Indicación de 2 colores)			3 hilos (NPN)		5V, 12V		Y7NWW	Y7NWW	●	●	○	Circuito CI							
				3 hilos (PNP)				Y7PWV	Y7PW	●	●	○	—							
				2 hilos				Y7BWV	Y7BW	●	●	○								
								Resistente al agua (Ind. 2 colores)	—	Y7BA	—	●	—			—				
	—			Salida directa a cable y conector		Sí		3 hilos (NPN)	24V	5V, 12V	—	M9NV	M9N	●		●	○	Circuito CI	Relé PLC	BMP1-032 BMG2-012
								3 hilos (PNP)				M9PV	M9P	●		●	○			
								2 hilos		12V		M9BV	M9B	●		●	○			

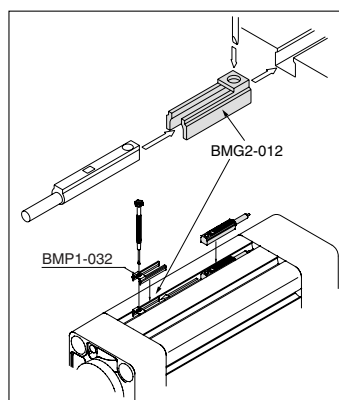
* Longitud de cable 0,5m..... — (Ejemplo: A53)
 3m..... L (Ejemplo: A53L)
 5m..... Z (Ejemplo: A53Z)

○: Fabricado bajo demanda.

Para el montaje del detector magnético D-M9□

Diámetros	Referencia
ø32 - ø100	BMP1-032 BMG2-012

Nota: Para el montaje del detector magnético D-M9□, son necesarias ambas fijaciones BMP1-032 y BMG2-012.



Cilindro neumático

Serie CP95N

con bloqueo

Características técnicas del cilindro

Diámetro [mm]	32, 40, 50, 63, 80, 100
Fluido	Aire comprimido
Presión de prueba	1.5MPa
Presión máx. de trabajo	1.0MPa
Presión mín. de trabajo	0.08MPa
Velocidad del émbolo	50 a 1000mm/s <small>Nota)</small>
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10°C a 70° (sin congelación) Con detector magnético: -10°C a 60° (sin congelación)
Amortiguación	Amortiguador lateral doble
Tolerancia de longitud de carrera	a 250: $\begin{smallmatrix} +1.0 \\ 0 \end{smallmatrix}$, 251 a 1000: $\begin{smallmatrix} +1.4 \\ 0 \end{smallmatrix}$
Tipo de fijación	Modelo básico, escuadra axial, brida trasera, brida delantera, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, cojinete esférico
Carrera máxima posible [mm]	1000

Nota) Los límites de carga dependen de la velocidad del émbolo al bloquearse, de la dirección de montaje y de la presión de trabajo.

Características de bloqueo

Funcionamiento del bloqueo	Bloqueo por muelle (bloqueo de escape)
Presión de desbloqueo	$\geq 0.25\text{MPa}$
Presión de bloqueo	$\leq 0.20\text{MPa}$
Presión máx. de trabajo	1.0MPa
Posición de cierre	En dos sentidos

Carrera estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx.
32	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500	700
40	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500	800
50	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600	1000
63	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600	
80	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800	
100	25,50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800	

Carreras intermedias disponibles.
Consultar con SMC para carreras largas.

Precisión de parada

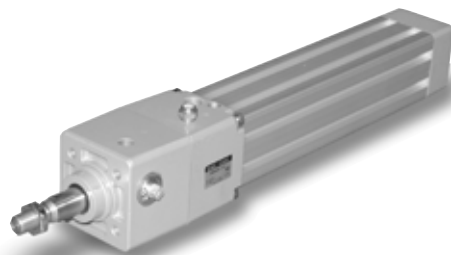
[mm]

Sistema de bloqueo	Velocidad del émbolo [mm/s]			
	100	300	500	1000
Bloqueo por muelle	± 0.3	± 0.6	± 1.0	± 2.0

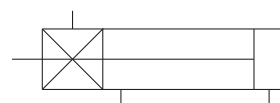
Condiciones/Presión de alimentación horizontal P=0.5MPa
Carga Límite superior del valor admisible
Electroválvula para el bloqueo montada en el orificio de bloqueo
Valor máximo de la dispersión de la posición de parada desde 100 medidas

Fuerza de amarre del bloqueo por muelle (Carga estática máxima)

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100
Fuerza de amarre [N]	552	882	1370	2160	3430	5390



Cilindro con bloqueo



Guía de Referencia rápida

C55

C85

C76

CP95

C95

X
(Ejecuciones especiales)

D
(Detectores magnéticos)

Selección de modelo

Referencias: Fijaciones de montaje, Accesorios de montaje

Descripción	Diámetro	ø32	ø40	ø50	ø63	ø80	ø100
L	Escuadra⁽¹⁾	L5032	L5040	L5050	L5063	L5080	L5100
F,G	Brida	FN5032	FN5040	FN5050	FN5063	F5080	F5100
C	Fijación osc. macho tr.	C5032	C5040	C5050	C5063	C5080	C5100
D	Fijación osc. hembra tr.	D5032	D5040	D5050	D5063	D5080	D5100
DS	Fijación osc. hembra tr. (para accesorio ES)	DS5032	DS5040	DS5050	DS5063	DS5080	DS5100
ES	Fijación trasera ang. con rótula	ES5032	ES5040	ES5050	ES5063	ES5080	ES5100
E	Fijación trasera ang.	E5032	E5040	E5050	E5063	E5080	E5100
GKM	Fijación de vástago	GKM10-20	GKM12-24	GKM16_32	GKM16-32	GKM20-40	GKM20-40
KJ	Rótula art. de vástago	KJ10D	KJ12D	KJ16D	KJ16D	KJ20D	KJ20D
JA	Junta flotante	JA30-10-125	JA40-12-125	JA50-16-150	JA50-16-150	JAH50-20-150	JA50-20-150

Nota 1) Se necesitan dos escuadras por cada cilindro.

Nota 2) Los accesorios para cada fijación son los siguientes: Escuadra, Brida, Fijación osc. macho: Pernos de montaje Fijación oscilante hembra trasera.: (D.DS): Eje de fijación

Nota 3) GKM según ISO 8140

Nota 4) KJ según ISO 8139

Nota 5) La tuerca del vástago es estándar

Tabla de pesos del vástago simple

Diámetro [mm]		32	40	50	63	80	100
Peso básico	Modelo básico B	1.40	2.15	3.53	5.18	8.99	12.72
Peso adicional por cada 50mm de carrera	Todas las fijaciones de montaje	0.11	0.16	0.26	0.27	0.42	0.56

(Ejemplo) CP95NDB32-100 (Estándar, Ø32, 100mm)

•Peso básico..... 1,40 (modelo básico, Ø32)

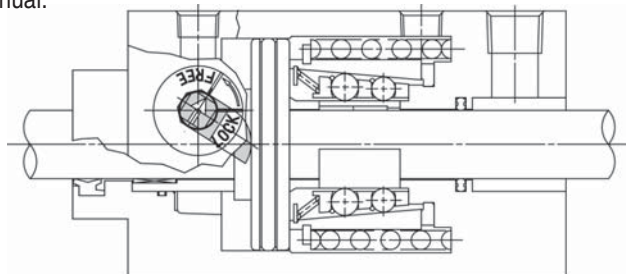
•Peso adicional..... 0.11/50mm de carrera

- Carrera del cilindro 100mm de carrera

$$1.40 + 0.11 \times 100/50 = 3.02 \text{ kg}$$

Accionamiento manual para desbloqueo

Aunque se interrumpa o se descargue el aire de alimentación, el desbloqueo puede realizarse con una herramienta disponible en el mercado. El mecanismo de protección en caso de fallos realiza el bloqueo de nuevo cuando se desbloquea el accionamiento manual.

**Peso de los accesorios [kg]**

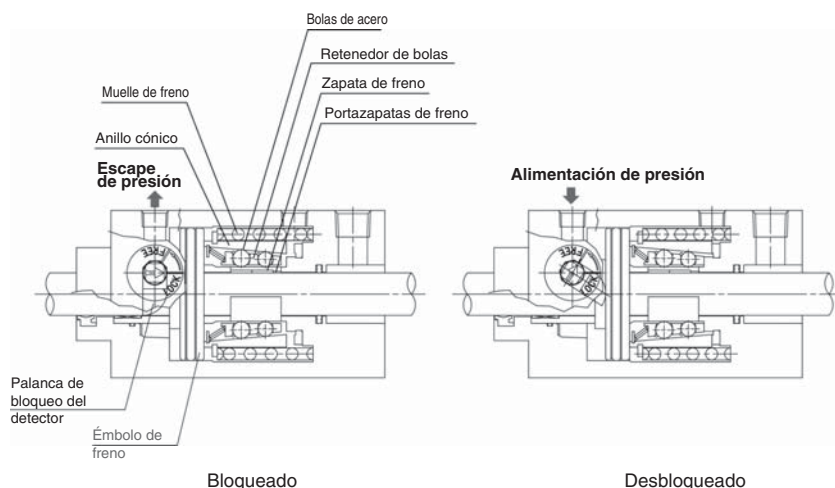
Ø	32	40	50	63	80	100
L	0.16	0.20	0.38	0.46	0.89	1.09
F	0.20	0.23	0.47	0.58	1.30	1.81
C	0.16	0.23	0.37	0.60	1.07	1.73
D	0.20	0.32	0.45	0.71	1.28	2.11

Ejemplos:

Cilindro Ø40 mm, 100 mm de carrera, fijación D

$$\text{Peso} = 0.84 \text{ kg} + (0.16 \text{ kg} \times \frac{100}{50}) + 0.32 \text{ kg} = 1.48 \text{ kg}$$

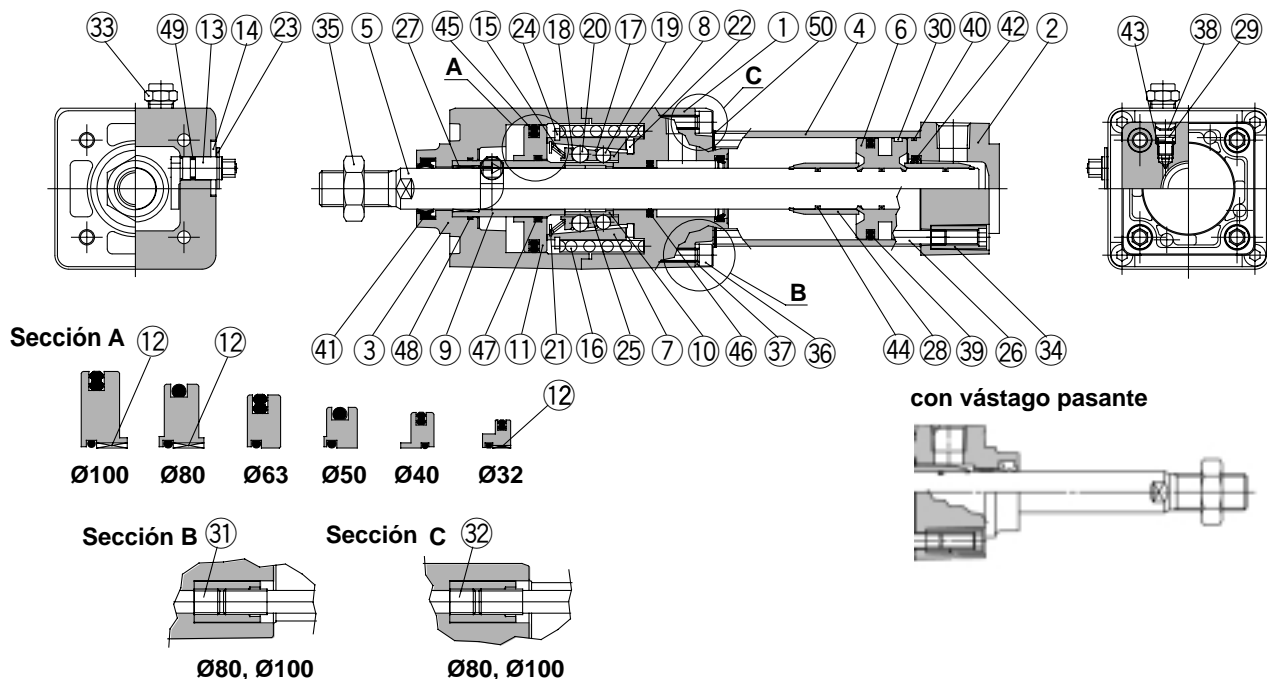
Principios de construcción



Bloqueo por muelle (bloqueo de escape)

La fuerza del resorte que actúa en el anillo cónico se incrementa mediante el efecto cuña de la leva y se desplaza a las numerosas bolas de acero dispuestas en dos círculos. Estas actúan en el portazapasas de freno bloqueando el vástago si se aprieta fuertemente. El desbloqueo tiene lugar cuando la presión de aire se aplica en el orificio de desbloqueo. El émbolo de freno y el anillo cónico se oponen a la fuerza del resorte y el retenedor de bolas golpea la sección de la cubierta A. La fuerza de frenado se libera mientras que el retenedor de bolas extrae las bolas de acero del anillo cónico.

Construcción



Lista de componentes

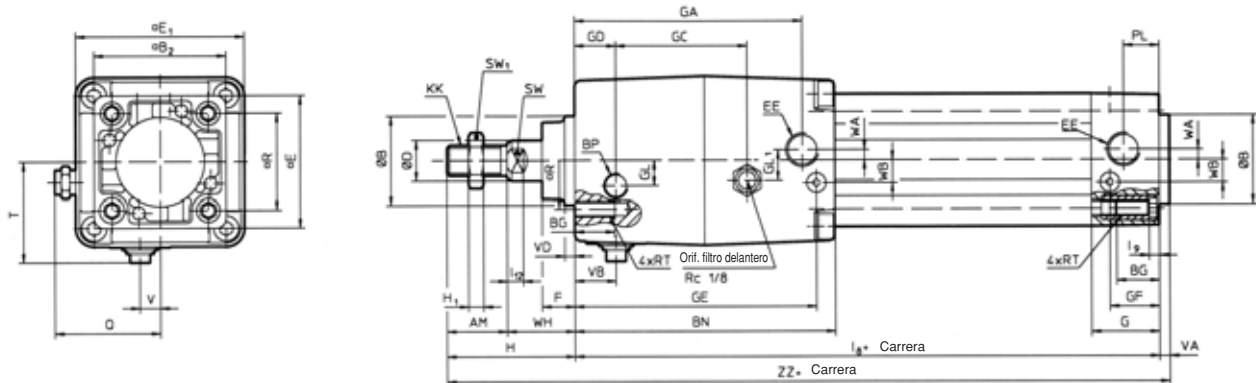
Nº	Descripción	Material	Nota
1	Culata anterior	Aleación de aluminio	
2	Culata posterior	Aleación de aluminio	
3	Cubierta	Aleación de aluminio	
4	Tubo del cilindro	Aleación de aluminio	Anodizado duro
5	Vástago	Acero al carbono	Cromado duro
6	Émbolo	Aleación de aluminio	Cromado
7	Anillo cónico	Acero al carbono	Tratado térmicamente
8	Retenedor de bolas	Resina especial	
9	Guía del émbolo	Acero al carbono	Cincado cromado
10	Portazapatas de freno	Acero al carbono	Tratado térmicamente
11	Émbolo de desbloqueo	Ø40	Anodizado duro
		Ø50	
		Ø63	
		Ø32	Cincado cromado
		Ø80	
		Ø100	
12	Anillo de expulsión émbolo	Acero + resina especial	Sólo Ø32, Ø80, Ø100
13	Leva de desbloqueo	Acero al carbono	Cromado brillante
14	Arandela	Acero al carbono	Cincado cromado negro
15	Resorte de precarga de retén	Acero al carbono	Cincado cromado
16	Muelle de freno	Acero al carbono	Cincado cromado
17	Clip A	Acero inoxidable	
18	Clip B	Acero inoxidable	
19	Bola de acero A	Acero al carbono	
20	Bola de acero B	Acero al carbono	
21	Anillo dentado	Acero inoxidable	
22	Amortiguador	Caucho de poliuretano	
23	Anillo retén tipo C para eje de leva de desbloqueo	Acero al carbono	
24	Anillo retén tipo C para anillo cónico	Acero al carbono	
25	Zapata de freno	Material de fricción especial	
26	Tirante	Acero al carbono	Cromado
27	Casquillo	Bronce	
28	Anillo amortiguación	Latón	

Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
29	Tornillo de amortiguación	Acero al carbono	Niquelado
30	Anillo guía	PTFE	
31	Tirante fijación unidad A	Acero al carbono	Cromado sólo Ø80, Ø100
32	Tirante fijación unidad B	Acero al carbono	Cromado sólo Ø80, Ø100
33	Elemento BC		
34	Tuerca del tirante	Acero al carbono	Niquelado
35	Tuerca del vástago	Acero al carbono	Niquelado
36	Tornillo Allen	Acero al carbono	Niquelado sólo Ø32, Ø63
37	Arandela elástica para tornillo Allen	Acero al carbono	Niquelado sólo Ø32, Ø63
38	Anillo de retención	Acero al carbono	
39	Junta del émbolo	NBR	
40	Junta estanqueidad tubo cilindro	NBR	
41	Junta del vástago A	NBR	
42	Junta de amortiguación	PUR	
43	Junta de amortig. de válvula	NBR	
44	Junta estanqueidad émbolo	NBR	
45	Junta de estanq. émbolo bloqueo	NBR	
46	Junta del vástago B	NBR	
47	Junta de estanq. émbolo bloqueo	NBR	
48	Junta de guía de émbolo	NBR	
49	Junta de leva de desbloqueo	NBR	
50	Disco espaciador	CR	

Dimensions

Basic type (B)



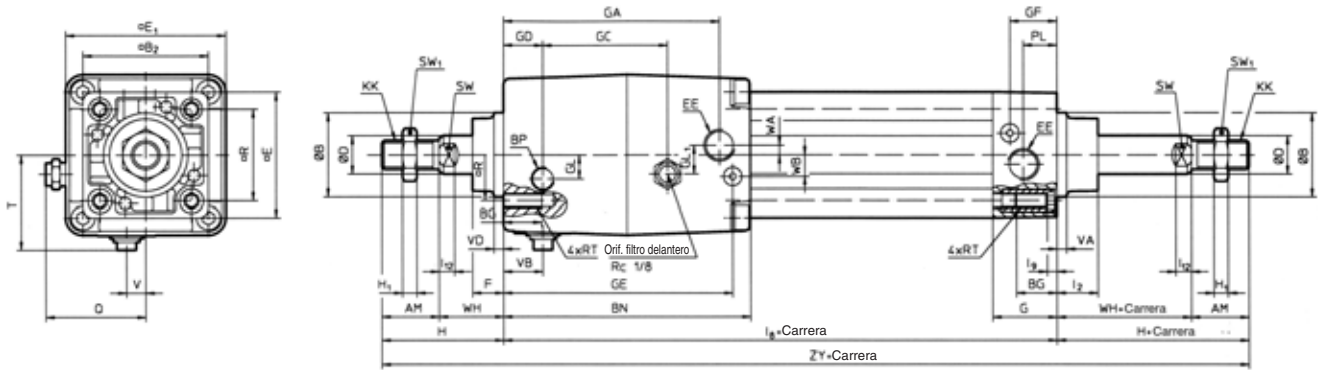
Bore size (mm)	AM	ØBe 11	B ₂	BG	BN	BP	ØD	EE	E	E ₁	F	G	GA	GC	GD	GE	GF	GL	GL ₁	H	H ₁
32	22	30	46	16	97	G1/8	12	G1/8	46	54	13	27	83	45.5	13	88.5	18.3	7.5	12	48	6
40	24	35	52	16	104	G1/8	16	G1/4	52	63	13	27	91	52.5	16.5	96.5	19.5	10	12	54	8
50	32	40	65	16	120.5	G1/4	20	G1/4	65	75	14	31.5	104.5	58.5	19	111.2	22.4	11.5	15	69	11
63	32	45	75	16	134.5	G1/4	20	G3/8	75	90	14	31.5	119.5	68	23	123.5	20.7	17.5	12	69	11
80	40	45	95	16	169	G1/4	25	G3/8	95	102	20	38	150	81	33	157	26	22	18	86	13
100	40	55	114	16	189	G1/4	30	G1/2	114	116	20	38	170	96	37.5	177	26	25	20	91	16

Bore size (mm)	KK	I ₈	I ₉	I ₁₂	PL	Q	R	RT	SW	SW ₁	T	V	VA	VB	VD	WA	WB	WH	ZZ
32	M10 x 1.25	164	4	6	13	37	32.5	M6	10	17	34	6.5	4	13	4	4	6.5	26	216
40	M12 x 1.25	182	4	6.5	14	41.5	38	M6	13	19	39.5	8	4	16.5	4	4	9	30	240
50	M16 x 1.5	195	5	8	15.5	47.5	46.5	M8	16	24	47	9	4	20	6	5	10.5	37	268
63	M16 x 1.5	224	5	8	16.5	55	56.5	M8	16	24	55.5	8.5	4	23	6	9	12	37	297
80	M20 x 1.5	259	5	10	19	61	72	M10	21	30	61.5	10.5	4	33	8	11.5	14	46	349
100	M20 x 1.5	289	5	10	19	68	89	M10	21	30	69.5	10.5	4	37.5	8	17	15	51	384

C95N

Dimensiones

Vástago doble (Opción W)



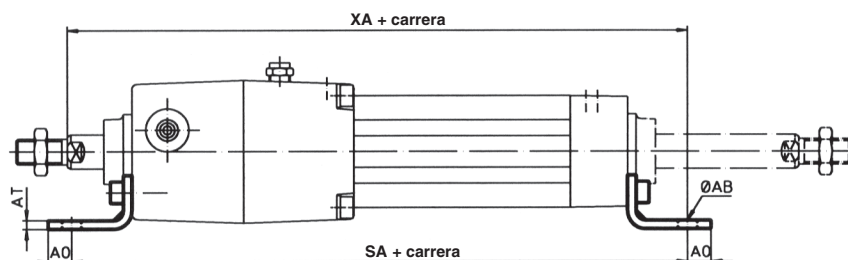
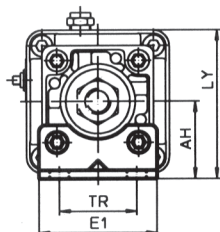
Diámetro (mm)	AM	ØBe 11	□B ₂	BG	BN	BP	ØD	EE	□E	□E ₁	F	G	GA	GC	GD	GE	GF	GL	GL ₁	H	H ₁
32	22	30	46	16	97	G1/8	12	G1/8	46	54	13	27	83	45.5	13	88.5	18.3	7.5	12	48	6
40	24	35	52	16	104	G1/8	16	G1/4	52	63	13	27	91	52.5	16.5	96.5	19.5	10	12	54	8
50	32	40	65	16	120.5	G1/4	20	G1/4	65	75	14	31.5	104.5	58.5	19	111.2	22.4	11.5	15	69	11
63	32	45	75	16	134.5	G1/4	20	G3/8	75	90	14	31.5	119.5	68	23	123.5	20.7	17.5	12	69	11
80	40	45	95	16	169	G1/4	25	G3/8	95	102	20	38	150	81	33	157	26	22	18	86	13
100	40	55	114	16	189	G1/4	30	G1/2	114	116	20	38	170	96	37.5	177	26	25	20	91	16

Diámetro (mm)	KK	I ₂	I ₈	I ₉	I ₁₂	PL	Q	□R	RT	SW	SW ₁	T	V	VA	VB	VD	WA	WB	WH	ZY
32	M10 x 1.25	15	164	4	6	13	37	32.5	M6	10	17	34	6.5	4	13	4	4	6.5	26	260
40	M12 x 1.25	17	182	4	6.5	14	41.5	38	M6	13	19	39.5	8	4	16.5	4	4	9	30	290
50	M16 x 1.5	24	195	5	8	15.5	47.5	46.5	M8	16	24	47	9	4	20	6	5	10.5	37	333
63	M16 x 1.5	24	224	5	8	16.5	55	56.5	M8	16	24	55.5	8.5	4	23	6	9	12	37	362
80	M20 x 1.5	30	259	5	10	19	61	72	M10	21	30	61.5	10.5	4	33	8	11.5	14	46	431
100	M20 x 1.5	32	289	5	10	19	68	89	M10	21	30	69.5	10.5	4	37.5	8	17	15	51	471

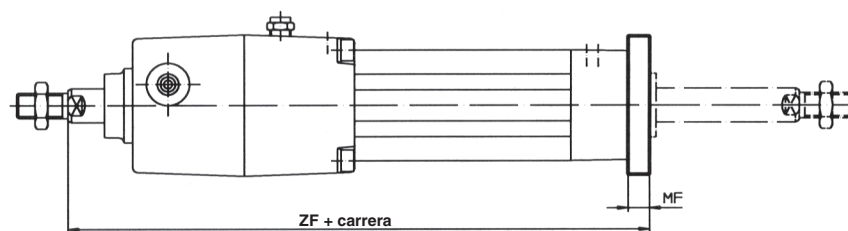
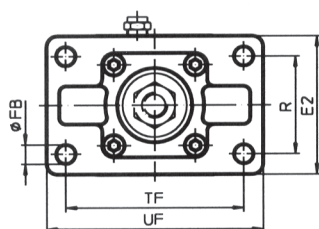
Serie CP95N

Fijaciones en el cilindro

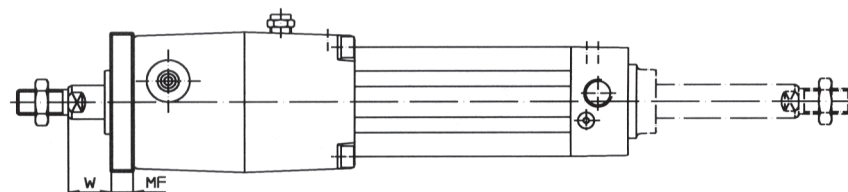
Escuadra axial



Brida trasera

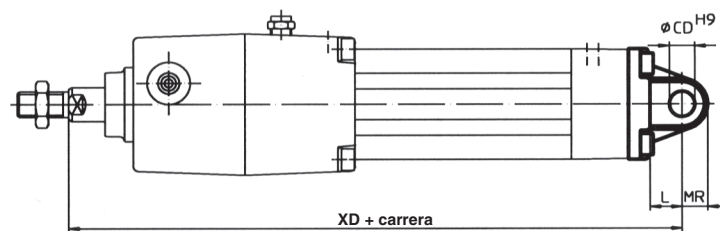
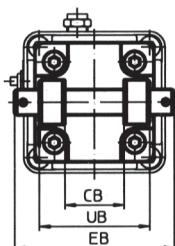
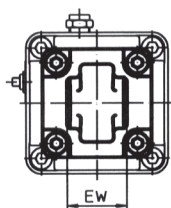


Brida delantera



Fijación osc. macho

Fijación osc. hembra



Diámetro (mm)	Ø AB	AH	AO	AT	CB ₁₎	ØCD H9	E1	E2	EB	EW ₂₎	ØFB	L	LY	MF	MR	R	SA	TF	TR	UB	UF
32	7	32	10	4	26	10	48	56	65	26	7	12	59	10	9.5	38	212	72	32	45	87
40	9	36	11	4	28	12	55	65	75	28	9	15	67.5	10	12	46	238	83	36	52	101
50	9	45	12	5	32	12	68	77	80	32	9	15	82.5	12	12	45	259	90	45	60	120
63	9	50	12	5	40	16	80	92	90	40	9	20	95	12	16	62	288	115	50	70	135
80	12	63	14	6	50	16	100	100	110	50	12	20	114	16	16	63	341	126	63	90	153
100	14	71	16	6	60	20	120	120	140	60	14	25	129	16	20	75	371	150	75	110	178

1) +0.03/+0.1 2) -0.2/-0.6

Diámetro (mm)	W	XA	XD	ZF
32	16	214	212	200
40	20	240	237	222
50	25	264	259	244
63	25	293	293	273
80	30	346	341	321
100	35	381	381	356

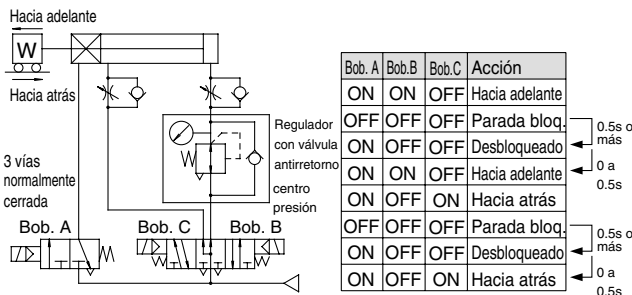


Circuitos de presión de aire

⚠ Advertencia

1. Circuitos básicos

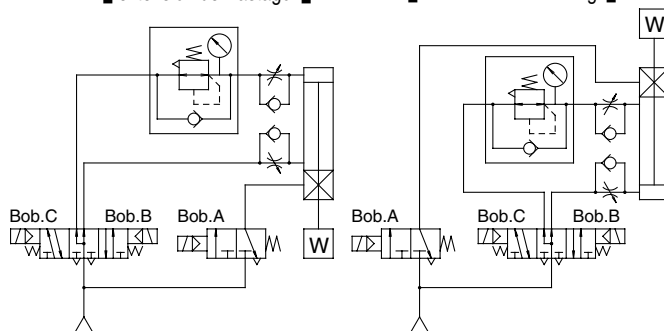
1. [Horizontal]



2. [Vertical]

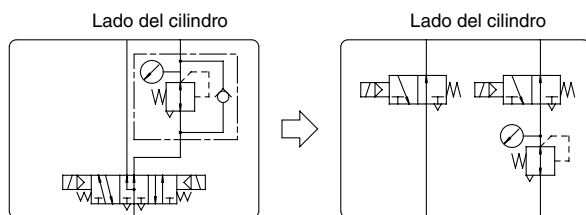
[Carga en dirección a la extensión del vástago]

[Carga en dirección a la contracción del vástago]



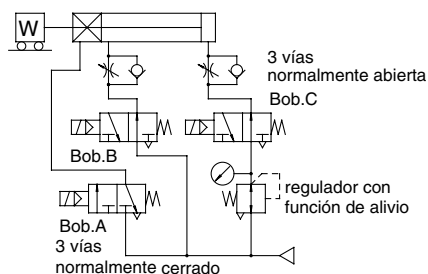
⚠ Precaución

- Una electroválvula de 3 vías centro presión y un regulador con válvula antirretorno pueden reemplazarse por dos válvulas de 3 vías normalmente abiertas y un regulador con función de alivio.



[Ejemplo]

1. [Horizontal]



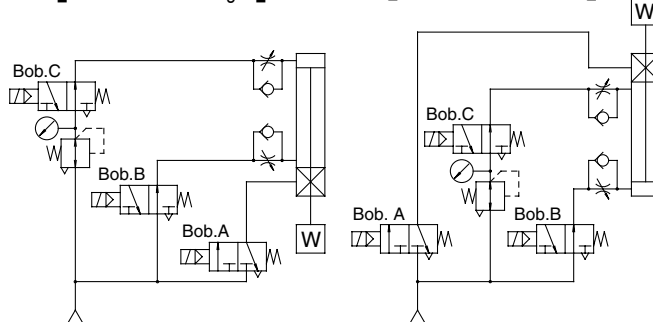
Circuitos de presión de aire

⚠ Precaución

2. [Vertical]

[Carga en dirección a la extensión del vástago]

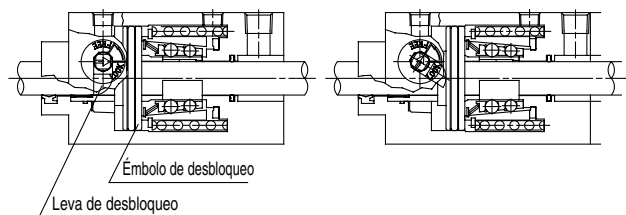
[Carga en dirección a la contracción del vástago]



Desbloqueo manual

⚠ Precaución

- La leva de desbloqueo suministrada en la serie C95N es sólo un mecanismo de desbloqueo de emergencia. Cuando se corta la alimentación durante una emergencia, se usa para atenuar problemas empujando hacia atrás el émbolo de desbloqueo para desbloquear. No obstante, cabe observar que la resistencia al deslizamiento del vástago será alta en comparación con la presión de aire de desbloqueo.
- Cuando se instala en equipos o maquinaria, en casos en los que sea necesario mantener el desbloqueo durante un largo periodo de tiempo, es preciso aplicar una presión de 0.25MPa como mínimo en el orificio de desbloqueo.
- No gire la leva de desbloqueo (la flecha ← en la cabeza de la leva de desbloqueo) más allá de la posición FREE. Si se supera dicha indicación existe el peligro de dañar la leva de desbloqueo.



Bloqueado

Desbloqueado manualmente

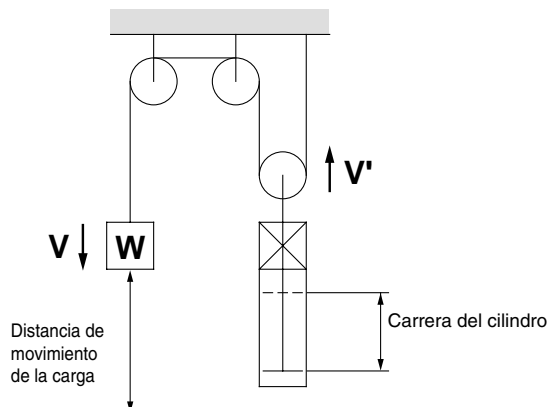
[Principio]

Si la leva de desbloqueo se gira en sentido antihorario con una herramienta como una llave ajustable, el émbolo de desbloqueo es empujado hacia atrás y se libera el bloqueo. Dado que la leva vuelve a su posición inicial al desbloquear y se queda bloqueada de nuevo, debería mantenerse en dicha posición mientras que el desbloqueo sea preciso.

Precauciones en la selección del modelo

⚠ Precaución

Ejemplo)



Ejemplo de selección

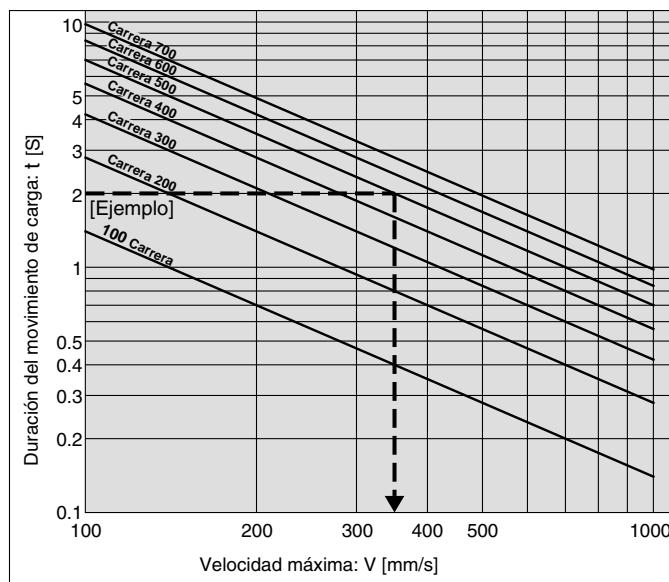
- **Peso de la carga:** $m=50\text{kg}$
- **Distancia de movimiento:** Carrera=500mm
- **Duración del movimiento:** $t=2\text{s}$
- **Condiciones de la carga:** Vertical hacia abajo=Carga en el sentido de extensión del vástago
- **Presión de trabajo:** $P=0.4\text{MPa}$

Paso 1: Calcule la velocidad de movimiento máxima de la carga desde el gráfico 1
 \therefore Velocidad de émbolo V : aprox. 350mm/s

Etap 2: Seleccione el gráfico 6 basado en la condición de carga y en la presión de trabajo y, a continuación, desde la intersección de la velocidad máxima $V=350\text{mm/s}$ obtenida en el paso 1, y el peso de la carga $m=50\text{kg}$
 $\therefore \text{Ø63} \rightarrow$ seleccione un diámetro C95NDB63 o mayor.

Paso 1 Calcule la velocidad máxima de carga V

Gráfico 1

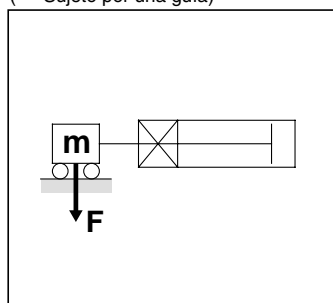


Paso 2 Calcule el diámetro del cilindro

Condiciones de la carga

Presión de trabajo

Dirección de la carga en ángulo recto al vástago
 (* \circ Sujeto por una guía)

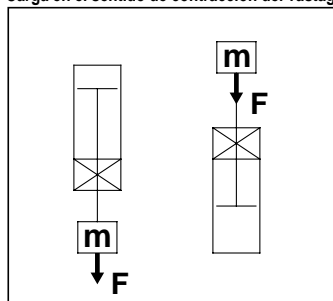


desde 0.3MPa \rightarrow Gráfico 2

desde 0.4MPa \rightarrow Gráfico 3

desde 0.5MPa \rightarrow Gráfico 4

Carga en el sentido de extensión del vástago
Carga en el sentido de contracción del vástago



desde 0.3MPa \rightarrow Gráfico 5

desde 0.4MPa \rightarrow Gráfico 6

desde 0.5MPa \rightarrow Gráfico 7

Gráficos de selección

Gráfico 2

0.3MPa ≤ P < 0.4MPa

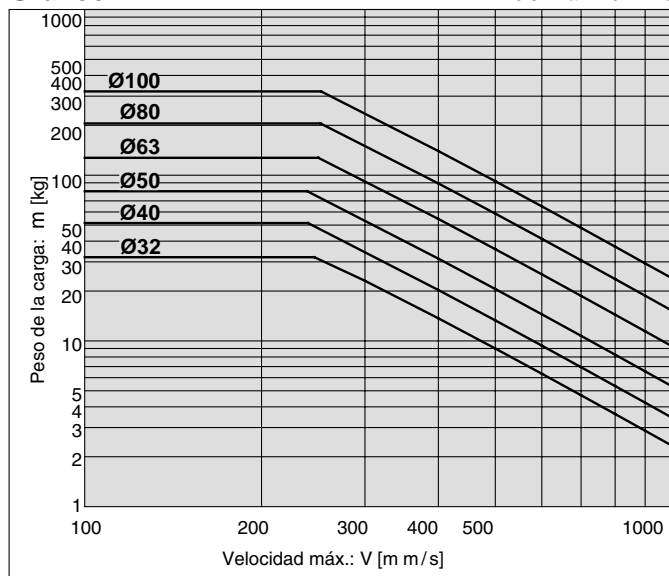


Gráfico 5

0.3MPa ≤ P < 0.4MPa

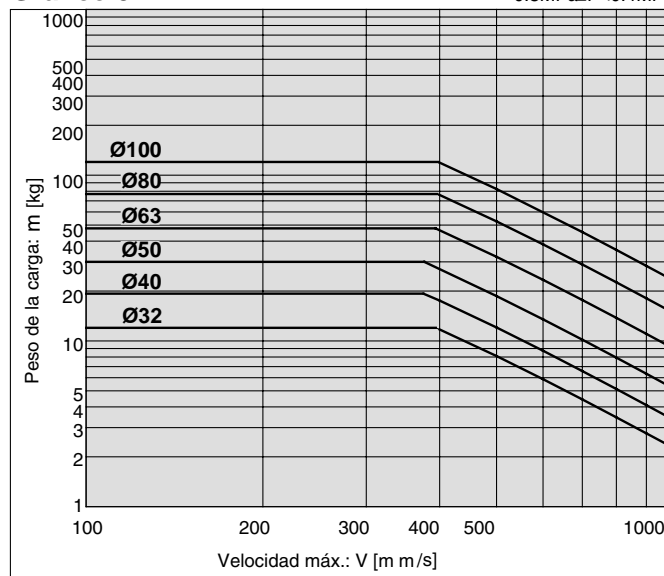


Gráfico 3

0.4MPa ≤ P < 0.5MPa

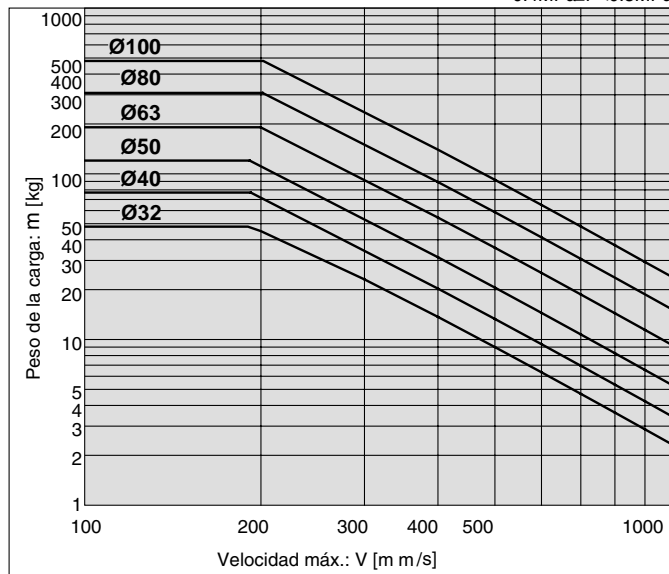


Gráfico 6

0.4MPa ≤ P < 0.5MPa

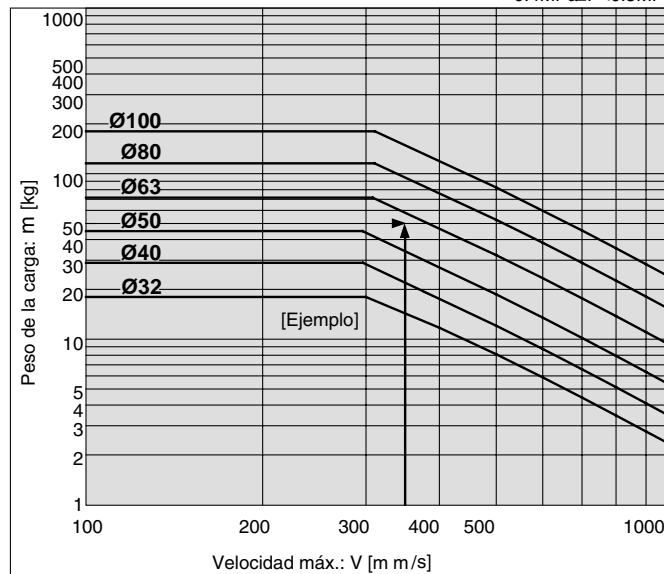


Gráfico 4

0.5MPa ≤ P

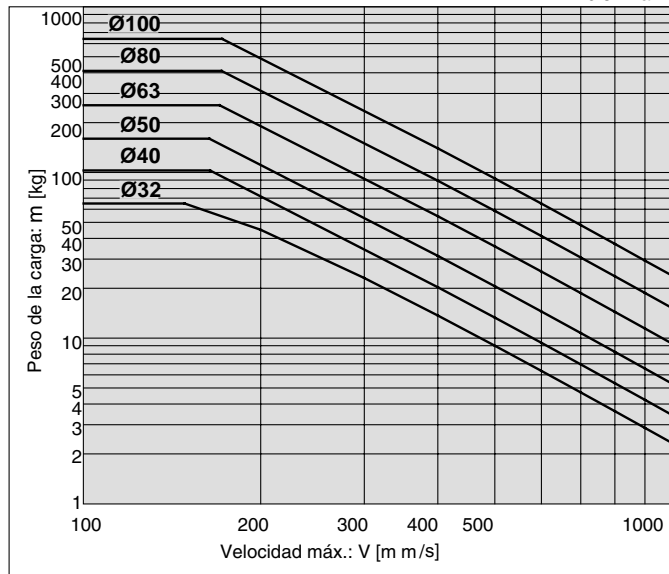
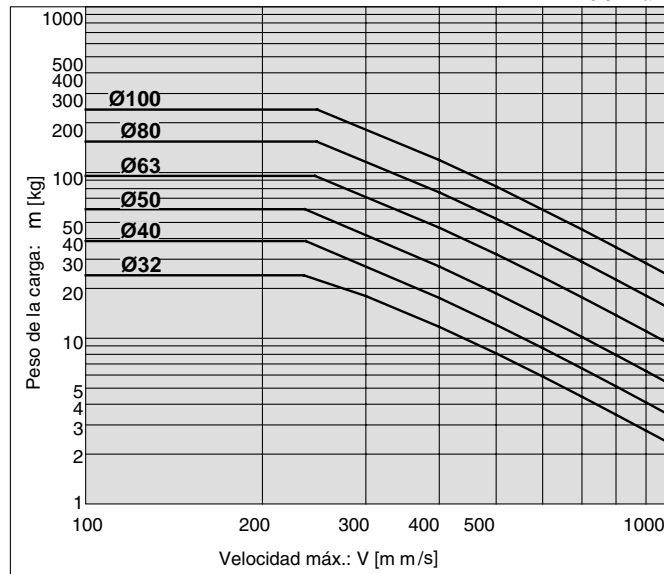


Gráfico 7

0.5MPa ≤ P



Serie CP95

Montaje del detector magnético

[mm]



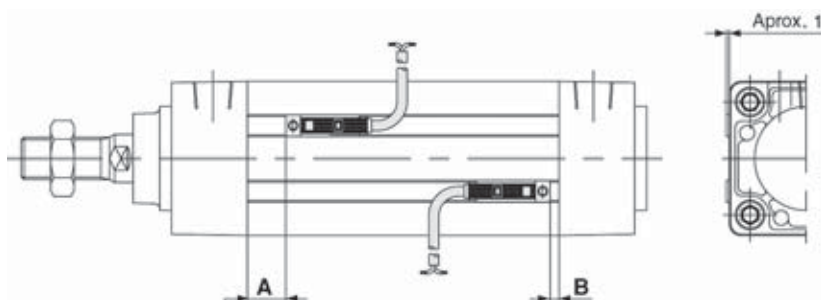
Carreras mínimas para el detector magnético

Detector	Modelo	Nº * de detectores	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63	Ø80	Ø100
Reed	D-Z73L	2 uds.	25				15	
	D-Z80L	1 uds.						
Estado sólido	D-Y59BL	2 uds.	25				15	
	D-Y69BL	1 uds.						
	D-Y7PL							

*Los detectores magnéticos se montan en el mismo lado pero en diferentes ranuras del cilindro.

Posición de montaje recomendada para finales de carrera

[mm]

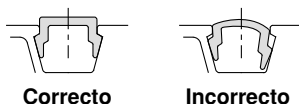


Diámetro (mm)	D-Z73L, D-Z80L, D-Y7PL D-Y59BL, D-Y69BL	
	A	B
32	14	1
40	25	1
50	16	2
63	31	2
80	21.5	5.5
100	31.5	5.5

Montaje de los detectores

1N·m: aprox. 10.2kgf·cm

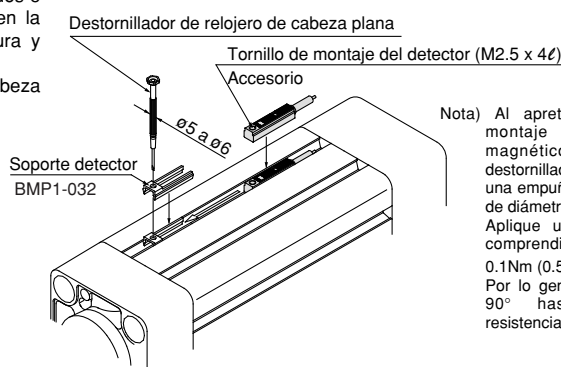
Al instalar un detector magnético, sostenga el soporte de detector entre los dedos e introdúzcalo en la ranura de montaje. Confirme que el detector se instala en la posición correcta. A continuación, inserte un detector magnético en la ranura y deslícelo hasta que quede colocado bajo el soporte de detector. Tras determinar la posición de montaje, use un destornillador de relojero de cabeza plana para apretar el tornillo de montaje del detector que está incluido.



Correcto

Incorrecto

Soporte de detector: BMP1-032



Nota) Al apretar el tornillo de montaje del detector magnético, use un destornillador de relojero con una empuñadura de 5 a 6mm de diámetro. Aplique un par de apriete comprendido entre 0.05 y 0.1Nm (0.51 a 1.02kgf·cm). Por lo general, se gira unos 90° hasta notar una resistencia.

Forma de pedido: Detectores magnéticos, soportes y cubiertas de ranura

Banda soporte del detector

Ø	Referencia	Soporte
	Detector magnético	
32	D-Z73L	BMP1-032
40	D-Z80L	
50	D-Y7PL	
63	D-Y59BL	
80	D-Y69BL	
100		

Cubierta de ranura de tubo cuadrado

Ø	Referencia	Longitud cilindro sin carrera
32	CP95-AL	41.5 mm
40		52.5 mm
50		44.5 mm
63		59.5 mm
80		53.5 mm
100		63.5 mm

□ Escriba la longitud necesaria de la cubierta de ranura

Las cubiertas de ranura están disponibles en medidas progresivas de 1 metro. Redondee los valores al efectuar el pedido.

Ejemplo de pedido: Cubierta de ranura para CP95SB63-160

59.5 mm + 160 mm = 239.5 x 8 ranuras = 1916 mm

[Long. de cilindro sin carrera] [Carrera] [8 ranuras en el tubo cuadrado]

Long. a pedir: 1916 mm corresponde a una cubierta de ranura de 2 m por cada cilindro

Nº pedido: CP95-AL 2 longitud en metros



Serie CP95

Precauciones específicas del producto

Lea atentamente antes de su uso.

Ajuste

⚠ Advertencia

① No abra el tornillo de amortiguación encima del tope.

Los tornillos de amortiguación disponen de un engarce (ø32) o un anillo retén (ø40 a ø100) como mecanismo de tope y el tornillo de amortiguación no debería abrirse por encima de ese punto. Si el aire se aplica y se inicia el funcionamiento sin confirmar la condición anterior, el tornillo de amortiguación podría salir disparado de la cubierta.

Diámetro (mm)	Tornillo de amort.	Distancia entre caras	Llaves
32, 40, 50	MB-32-10-C1247	2.5	JIS 4648 Llave hexagonal 2.5
63, 80, 100	MB-63-10-C1250	4	JIS 4648 Llave hexagonal 4

② Al reemplazar las fijaciones, utilice las llaves hexagonales siguientes.

Diám. (mm)	Tornillo	Distancia entre caras	Par de apriete (Nm)
32, 40	MB-32-48-C1247	4	4.9
50, 63	MB-50-48-C1249	5	11
80,	Escuadra MB-80-48AC1251	6	25
100	Otros MB-80-48BC1251		

Con vástago antigiro (Doble efecto: vástago simple)

Precauciones de trabajo

⚠ Precaución

① No supere el par de apriete recomendado en el vástago.

Si se supera el par de apriete recomendado, la guía antigiro se deformaría y se produciría una pérdida considerable de la precisión de rotación. Esto podría dañar la maquinaria.

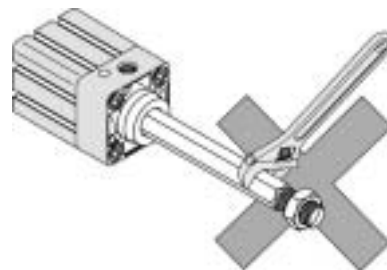
Montaje y conexionado

⚠ Precaución

① Montaje de una pieza de trabajo en el extremo del vástago.

Al atornillar una fijación o una tuerca en las roscas del extremo del vástago, empuje el vástago hasta que adopte la posición contraída y sostenga la parte que sobresale con una llave.

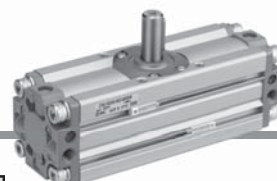
Al apretar, tenga cuidado de no aplicar el par en la guía antigiro.



Actuador de giro Serie CRA1

RoHS

Tipo piñón-cremallera/Tamaño: 30, 50, 63, 80, 100



Forma de pedido

CRA1 B S 50 - 90 Z -

Con detección magnética CDRA1 B S 50 - 90 Z - M9BW -

Imán integrado

Montaje

B	Modelo básico
L Nota 1, 2)	Modelo de escuadra
F Nota 3)	Modelo con brida

Nota 1) Para información adicional sobre la fijación de escuadra y la referencia, consulte la pág. 6.
Nota 2) En el mismo paquete se incluye una fijación de escuadra, pero sin montar.
Nota 3) Excepto tamaño 30

Tamaño

30
50
63
80
100

Ángulo de giro

90	90°
180	180°
100	100°
190	190°

Nota) Excepto Tamaño 30

Amortiguación neumática

—	Sin
C Nota)	Con amortiguación neumática

Nota) Excepto tipo hidromecánico

Ejecuciones especiales
Véase la pág. 6.

Nº detectores magnéticos

—	2 uds.
S	1 ud.

Nota) Posibilidad de montar hasta dos detectores magnéticos.

Detector magnético

—	Sin detector magnético (imán incorporado)
---	---

Nota) Para el modelo de detector magnético aplicable, consulte la tabla inferior.

Tipo de eje

S	Eje simple
W	Doble eje
X	Eje simple con cuatro chafanes
Y	Doble eje con chaveta
Z	Doble eje con cuatro chafanes
T	Eje simple redondo
J	Doble eje (eje redondo con cuatro chafanes)
K	Doble eje redondo

Nota 1) El modelo con brida no está disponible para T, J, K.
Nota 2) Los modelos T, J, K son ejecuciones especiales.

Tipo de conexión

Tamaño	30	50	63	80	100
—	Rosca M	M5	—	—	—
—	Rc	—	—	—	—
TF	G	—	1/8	1/8	1/4
TN	NPT	—	—	—	3/8
TT	NPTF	—	—	—	—

Tipo

—	Neumático
H Nota)	Hidromecánico

Nota) Excepto tamaño 30. Véase la pág. 43 para consultar las precauciones de manejo.

Detectores magnéticos aplicables/Consulte la Guía de los detectores magnéticos para obtener información adicional sobre los detectores magnéticos.

Tipo	Funcionamiento especial	Entrada eléctrica eléctrica	LED indicador	Cableado (salida)	Tensión de carga		Modelo de detector magnético		Longitud de cable [m]				Conector precableado	Carga aplicable			
					DC	AC	Perpendicular	En línea	0.5 (—)	1 [m]	3 (L)	5 (Z)					
Detector magnético de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24 V	5 V, 12 V	—	M9NV	M9N	●	●	●	○	○	Circuito IC	Relé, PLC	
	3 hilos (PNP)			M9PV				M9P	●	●	●	○	○				
	2 hilos			M9BV				M9B	●	●	●	○	○				
	Indicación de diagnóstico (indicación en 2 colores)			3 hilos (NPN)	24 V	5 V, 12 V		M9NWV	M9NW	●	●	●	○	○	Circuito IC		
				3 hilos (PNP)				M9PWV	M9PW	●	●	●	○	○			
	Resistente al agua (indicación en 2 colores)			2 hilos	24 V	12 V		M9BWV	M9BW	●	●	●	○	○	—		
				3 hilos (NPN)				M9NAV**	M9NA**	○	○	●	○	○			Circuito IC
				3 hilos (PNP)	M9PAV**	M9PA**		○	○	●	○	○					
				2 hilos	24 V	12 V		M9BAV**	M9BA**	○	○	●	○	○	—		
Detector tipo Reed	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (equivalente a NPN)	—	5 V	—	A96V	A96	●	—	●	—	—	Circuito IC	—	
				No	2 hilos	24 V	12 V	100 V	A93V	A93	●	—	●	—	—		Circuito IC
			100 V o menos					A90V	A90	●	—	●	—	—			

** Aunque es posible montar detectores resistentes al agua, tenga en cuenta que el actuador no lo es.

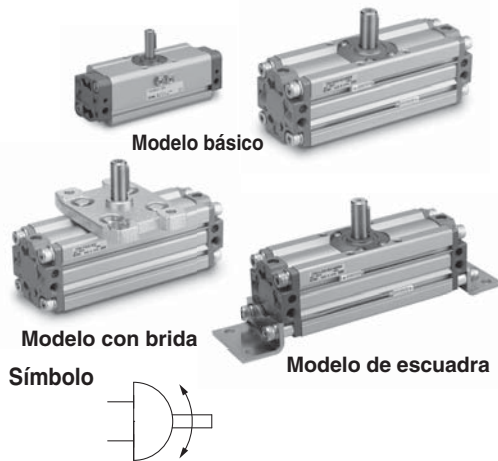
* Símbolos de longitud de cable: 0.5 m — (Ejemplo) M9NV
1 m M (Ejemplo) M9NWM
3 m L (Ejemplo) M9NWL
5 m Z (Ejemplo) M9NZ

* Los detectores magnéticos marcados con un "○" se fabrican bajo demanda.

* Los detectores magnéticos se envían juntos de fábrica, pero sin instalar.



Consulte la Guía de los detectores magnéticos para obtener los detalles sobre detectores magnéticos de estado sólido con conectores precableados.

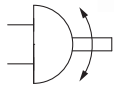


Modelo básico

Modelo con brida

Modelo de escuadra

Símbolo



Ejecuciones especiales

Consulte las págs. 22 a 42 para más detalles.)

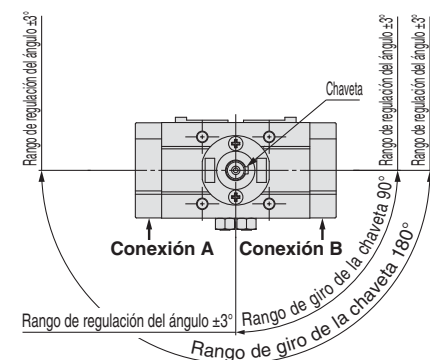
Símbolo	Descripción	Tipo de eje aplicable
-XA1 a -XA24	Configuración del eje I	S, W, Y
-XA33 a -XA59	Configuración del eje II	X, Z, T, J, K
-XC7	Eje invertido	S, W, X, T, J
-XC8 a -XC11	Modificación del rango de giro	S, W, Y
-XC30	Modificación a grasa fluorada	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-XC31 a -XC36	Modificación del rango de giro y de la dirección de giro del eje	S, W, Y
-XC59 a -XC61	Modificación de la posición de conexión (se ha modificado la posición de montaje de la culata)	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-XC63, -XC64	Un lado hidroneumático, un lado neumático	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X6	Eje/perno de acero inoxidable, etc.	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X7*	Resistente alta temperatura (100 °C)	S, W, X, Y, Z, T, J, K
-X16	Junta de goma fluorada	S, W, X, Y, Z, T, J, K

* X7: No disponible para el tipo de imán integrado.

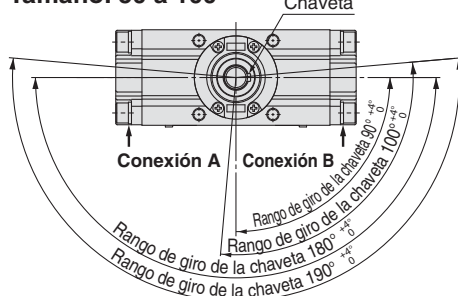
Rango de giro de la chaveta

El eje gira en sentido horario cuando se aplica presión desde la conexión A y en sentido antihorario cuando se aplica presión desde la conexión B.

Tamaño: 30



Tamaño: 50 a 100



Características técnicas

Tipo	Neumático					Hidroneumático			
Tamaño	30	50	63	80	100	50	63	80	100
Fluido	Aire (sin lubricación)					Aceite para turbina			
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa								
Presión mín. de trabajo	0.1 MPa								
Temp. ambiente y de fluido	0 a 60 °C (sin congelación)								
Amortiguación	Sin amortiguación neumática					Sin			
Contragolpe	Sin*	Dentro de 1°							
Tolerancia en el ángulo de giro	—	0 a +4°							

* Dado que el tipo CRA1□30 lleva instalado un tope, no existe efecto de contragolpe bajo presión.

Par efectivo

Tamaño	Presión de trabajo [MPa]										[N·m]
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
30	0.38	0.76	1.14	1.53	1.91	2.29	2.67	3.05	3.44	3.82	
50	1.85	3.71	5.57	7.43	9.27	11.2	13.0	14.9	16.7	18.5	
63	3.44	6.88	10.4	13.8	17.2	20.6	24.0	27.5	31.0	34.4	
80	6.34	12.7	19.0	25.3	31.7	38.0	44.4	50.7	57.0	63.4	
100	14.9	29.7	44.6	59.4	74.3	89.1	104	119	133	149	

Energía cinética admisible/Rango de duración del giro recomendado

Tamaño	Energía cinética admisible [J]		Rango de duración del giro recomendado (s/90°)
	Sin amortiguación neumática	Con amortiguación neumática*	
30	0.01	—	0.2 a 1
50	0.05	0.98	0.2 a 2
63	0.12	1.50	0.2 a 3
80	0.16	2.00	0.2 a 4
100	0.54	2.90	0.2 a 5

* La energía cinética admisible del producto con amortiguación neumática es la energía máxima absorbida cuando se optimiza el ajuste de la válvula de amortiguación.

Peso

Tamaño	Peso estándar		Peso adicional			[kg]
	90°	180°	Con detector magnético*	Fijación por escuadra	Fijación por brida	
30	0.27	0.36	0.1	0.1	—	
50	1.3	1.5	0.2	0.3	0.5	
63	2.2	2.6	0.4	0.5	0.9	
80	3.9	4.4	0.6	0.9	1.5	
100	7.3	8.3	0.9	1.2	2.0	

* Con 2 detectores magnéticos.

Ref. de escuadras de fijación

Tamaño	Escuadras de fijación	Contenido	Tamaño de tornillos de montaje incluidos
30	CRA1L30-Y-1Z	Escuadra de fijación: 2 uds. Tornillo de montaje: 4 uds. Arandela: 4 uds.	M5 x 0.8 x 25
50	CRA1L50-Y-1Z		M8 x 1.25 x 35
63	CRA1L63-Y-1Z		M10 x 1.5 x 40
80	CRA1L80-Y-1Z		M12 x 1.75 x 50
100	CRA1L100-Y-1Z		M12 x 1.75 x 50

* El tamaño 30 no incluye arandelas.

* Retire los tornillos de montaje del tipo básico y use los tornillos de montaje incluidos en la fijación de escuadra para fijar la escuadra a la cubierta. Use la arandela como espaciador para la parte de avellanado de la cubierta y únalos con la escuadra.

* En el tamaño 30, tenga cuidado de no dejar caer la cubierta cuando retire los tornillos de montaje del tipo básico.

Además, no monte la escuadra cuando haya presión aplicada sobre la conexión.

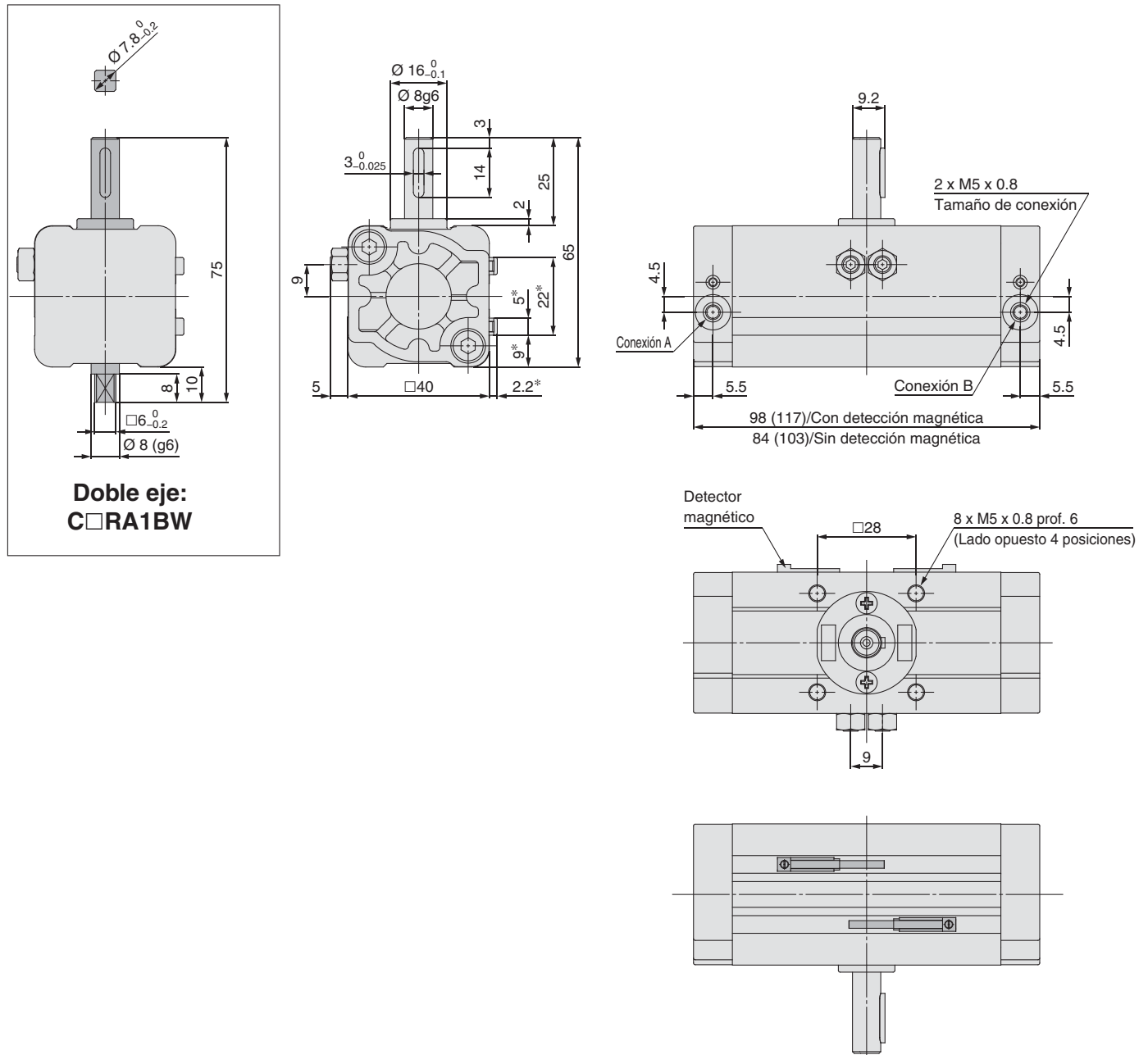
Serie CRA1



Dimensiones/Modelo básico: C□RA1B□

Tamaño: 30

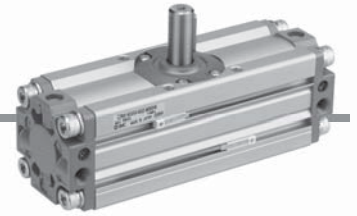
Eje simple: C□RA1BS



- Las dimensiones anteriores muestran la presurización en la conexión B.
- El esquema muestra el detector magnético montado en el lado de la conexión. (Las dimensiones con un asterisco (*) no son necesarias para actuadores sin detector magnético)

* () son las dimensiones para un giro de 180°.

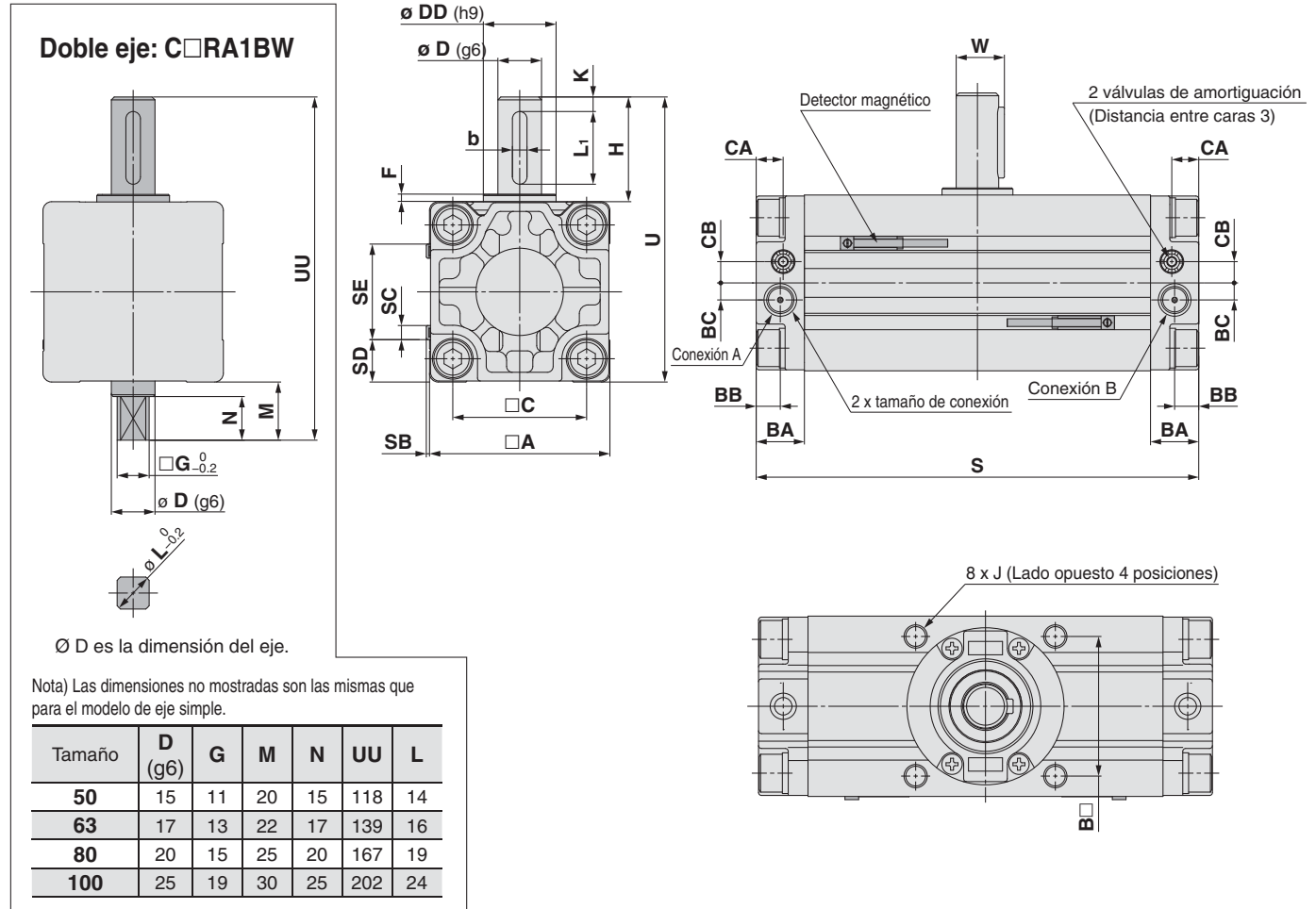
Nota) En el mismo paquete se incluye una chaveta paralela pero sin montar.



Dimensiones/Modelo básico: C□RA1B□

Tamaño: 50/63/80/100

Eje simple: C□RA1BS



- El dibujo muestra la apariencia de giro de 90° y 100°.
 - Las dimensiones anteriores muestran la presurización en la conexión B.
 - El esquema muestra el detector magnético montado en el lado de la conexión.
- * () son las dimensiones para un giro de 180° y 190°.

Tamaño	Tamaño conexión	A	B	C	D (g6)	DD (h9)	F	H	J	K	Con detección magnética					Sin detector magnético	U	W	BA	BB	BC	★ CA	★ CB	Dimensiones de la chaveta (Nota)	
											S	SB	SC	SD	SE	S								b	L1
50	1/8	62	48	46	15	25	2.5	36	M8 x 1.25 prof. 8	5	156 (189)	1.5	5	14.5	33	144 (177)	98	17	17	8.5	6	9.5	7.5	5 _{-0.030} ⁰	25
63	1/8	76	60	57	17	30	2.5	41	M10 x 1.5 prof. 12	5	175 (213.5)	1.5	5	21.5	33	163 (201.5)	117	19.5	20	10	7	11	8	6 _{-0.030} ⁰	30
80	1/4	92	72	70	20	35	3	50	M12 x 1.75 prof. 13	5	199 (243)	1.5	5	29.5	33	186 (230)	142	22.5	23.5	12	8	13	9	6 _{-0.030} ⁰	40
100	3/8	112	85	85	25	40	4	60	M12 x 1.75 prof. 14	5	259 (325)	1.5	5	39.5	33	245 (311)	172	28	25	12.5	8	14	10	8 _{-0.036} ⁰	45

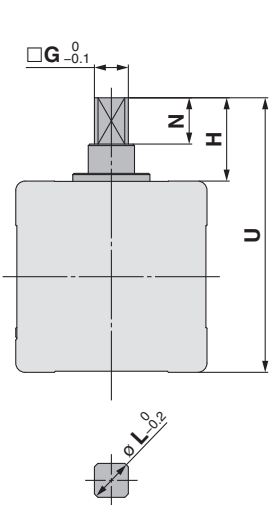
Nota) En el mismo paquete se incluye una chaveta paralela pero sin montar.

Serie CRA1

Dimensiones/Modelo básico: C□RA1B□

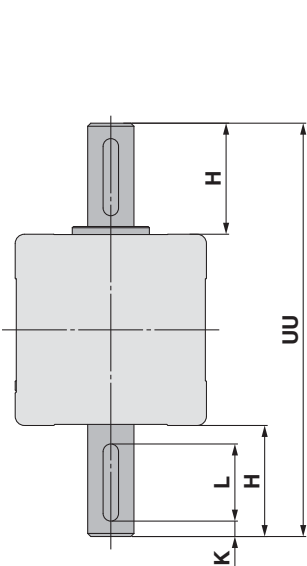
Tamaño: 30/50/63/80/100

Eje simple con cuatro chaflanes: C□RA1BX Doble eje con chaveta: C□RA1BY Doble eje con cuatro chaflanes: C□RA1BZ



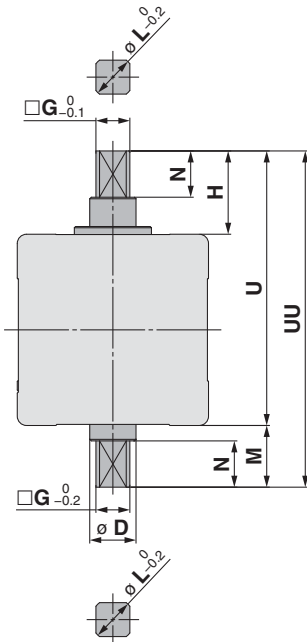
Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	G	H	N	U	L
30	6	13	8	53	7.8
50	11	27	15	89	14
63	13	29	17	105	16
80	15	38	20	130	19
100	19	44	25	156	24



Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	H	K	UU	L
30	25	3	90	14
50	36	5	134	25
63	41	5	158	30
80	50	5	192	40
100	60	5	232	45



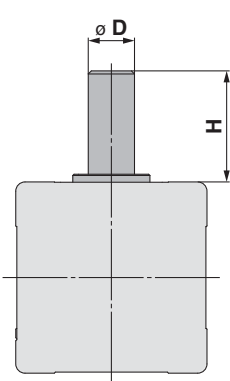
Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	D (g6)	G	H	M	N	U	UU	L
30	8	6	13	10	8	53	63	7.8
50	15	11	27	20	15	89	109	14
63	17	13	29	22	17	105	127	16
80	20	15	38	25	20	130	155	19
100	25	19	44	30	25	156	186	24

Eje simple redondo: C□RA1BT

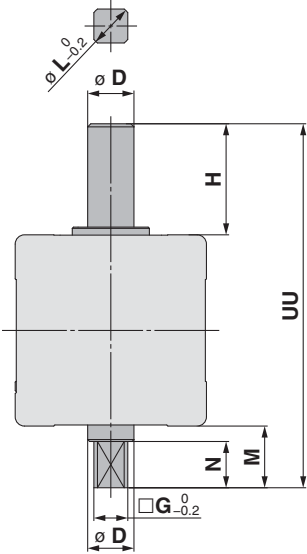
Doble eje (eje redondo con cuatro chaflanes): C□RA1BJ

Doble eje redondo: C□RA1BK



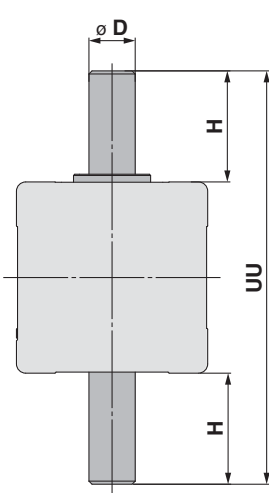
Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	D (g6)	H
30	8	25
50	15	36
63	17	41
80	20	50
100	25	60



Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	D (g6)	G	H	M	N	UU	L
30	8	6	25	10	8	75	7.8
50	15	11	36	20	15	118	14
63	17	13	41	22	17	139	16
80	20	15	50	25	20	167	19
100	25	19	60	30	25	202	24

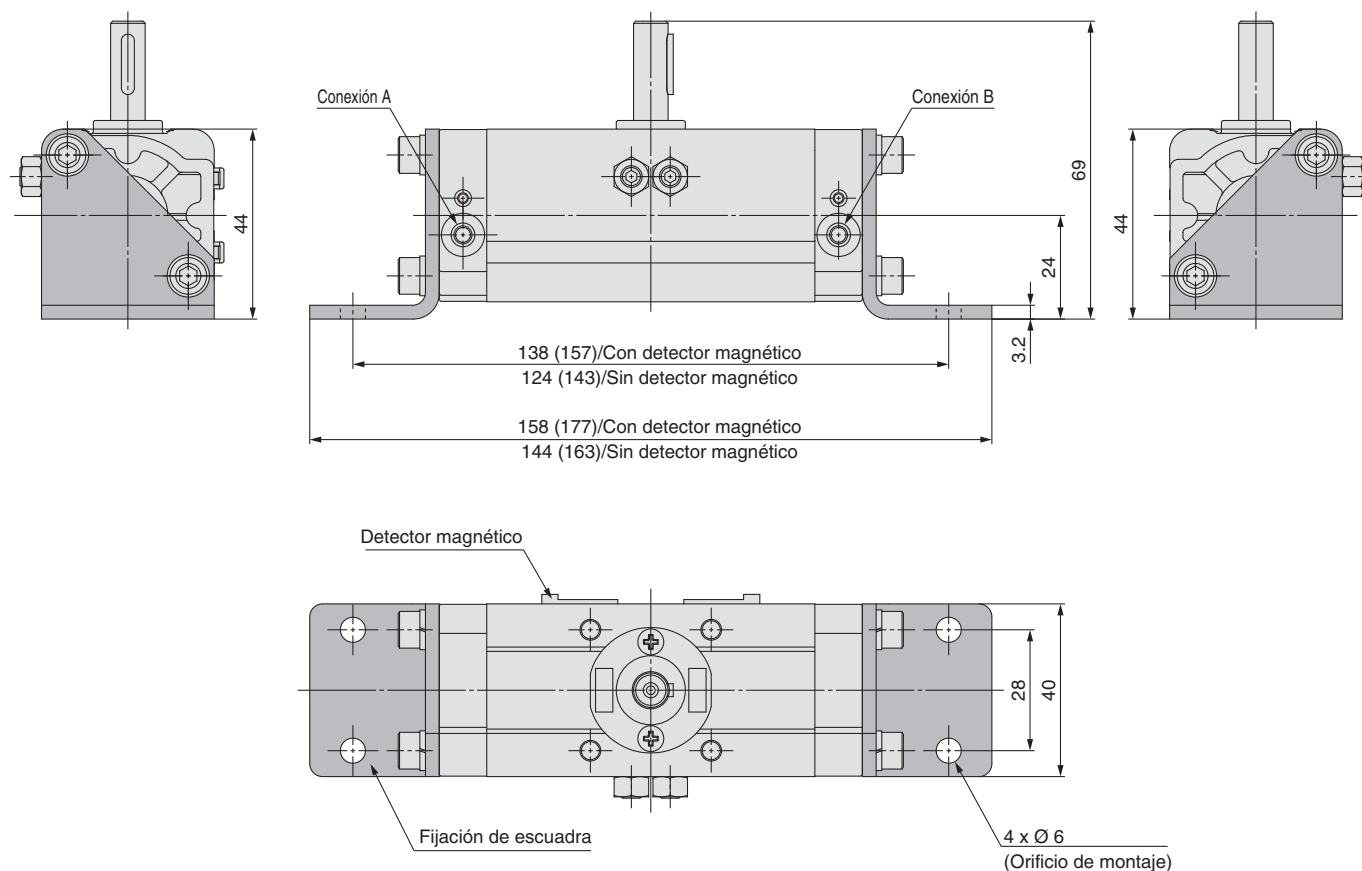


Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	D (g6)	H	UU
30	8	25	90
50	15	36	134
63	17	41	158
80	20	50	192
100	25	60	232

Dimensiones/Modelo de escuadra: C□RA1L□

Tamaño: 30



- El dibujo muestra la apariencia de giro de 90°.
 - Las dimensiones anteriores muestran la presurización en la conexión B.
 - El esquema muestra el detector magnético montado en el lado de la conexión.
- * () son las dimensiones para un giro de 180°.

CRA1

CRA1□□U

Montaje del
detector magnético

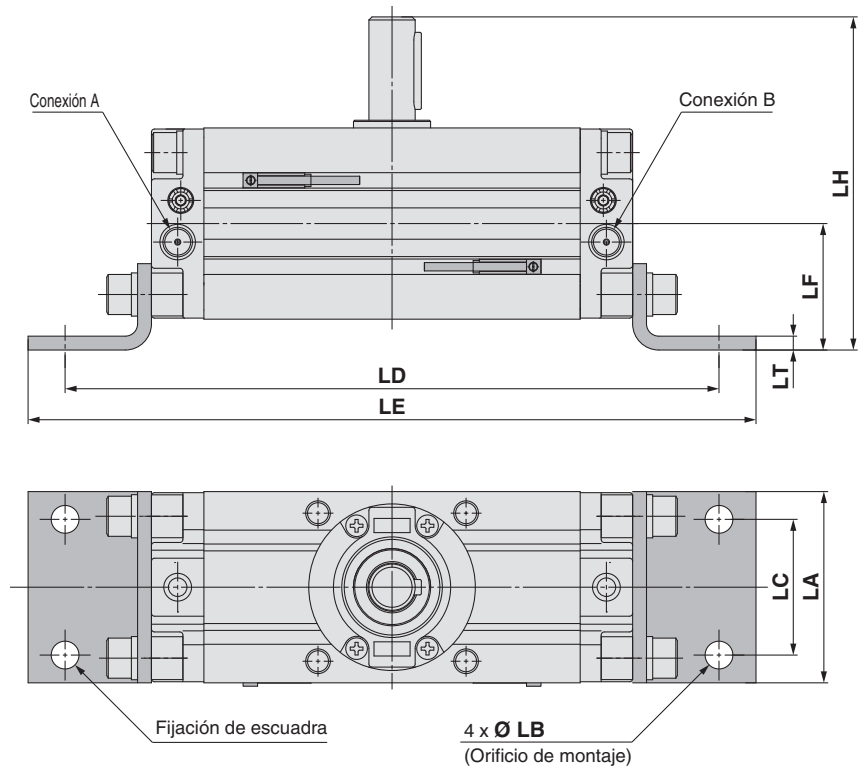
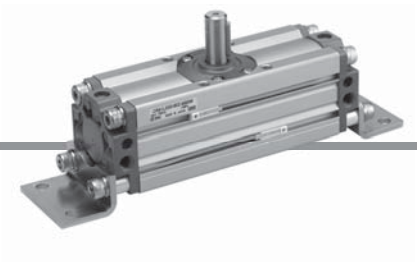
Opciones
especiales

Ejecuciones
especiales

Serie CRA1

Dimensiones/Modelo de escuadra: C□RA1L□

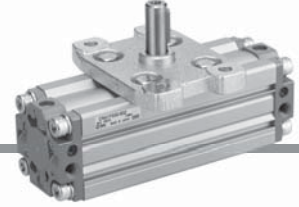
Tamaño: 50/63/80/100



- El dibujo muestra la apariencia de giro de 90° y 100°.
 - Las dimensiones anteriores muestran la presurización en la conexión B.
 - El esquema muestra el detector magnético montado en el lado de la conexión.
- * () son las dimensiones para un giro de 180° y 190°.

Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple. [mm]

Tamaño	LA	LB	LC	Con detección magnética		Sin detección magnética		LF	LH	LT
				LD	LE	LD	LE			
50	62	9	44	212 (245)	236 (269)	200 (233)	224 (257)	41	108	4.5
63	76	11	55	247 (285.5)	275 (313.5)	235 (273.5)	263 (301.5)	48	127	5
80	92	13	67	287 (331)	329 (373)	274 (318)	316 (360)	58	154	6
100	112	13	87	347 (413)	389 (455)	333 (399)	375 (441)	73.5	189.5	6



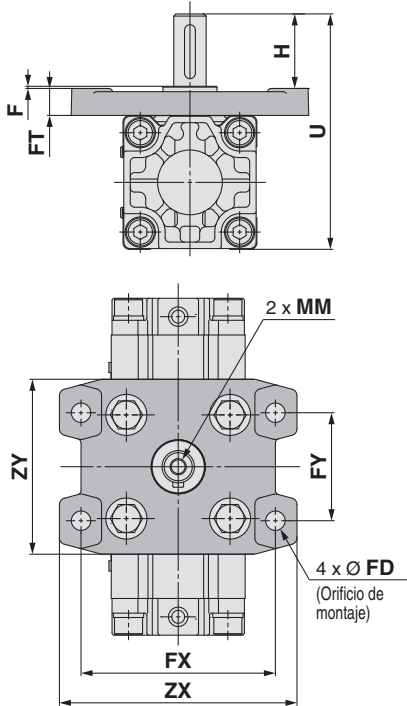
Dimensiones/Modelo con brida: C□RA1F□

Tamaño: 50/63/80/100

Eje simple: C□RA1FS

Doble eje: C□RA1FW

Eje simple con cuatro chaflanes: C□RA1FX



Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	H	N	U	UU
50	39	15	114	134
63	45	17	136	158
80	55	20	165	190
100	60	25	190	220

Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

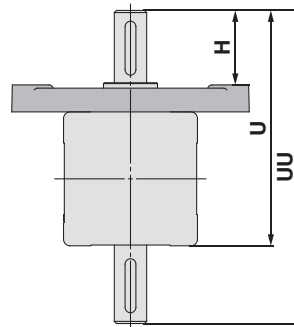
Tamaño	H	N	U
50	30	15	105
63	33	17	124
80	43	20	153
100	44	25	174

Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	F	H	MM	U	FD
50	4	39	M6 x 1.0 prof. 12	114	9
63	5	45	M6 x 1.0 prof. 12	136	11.5
80	5	55	M8 x 1.25 prof. 16	165	13.5
100	5	60	M10 x 1.5 prof. 20	190	13.5

Tamaño	FT	FX	FY	ZX	ZY
50	13	90	50	110	81
63	15	105	59	130	101
80	18	130	76	160	119
100	18	150	92	180	133

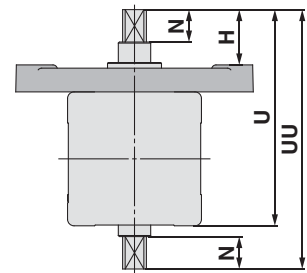
Doble eje con chaveta: C□RA1FY



Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple.

Tamaño	H	U	UU
50	39	114	150
63	45	136	177
80	55	165	215
100	60	190	250

Doble eje con cuatro chaflanes: C□RA1FZ



Nota) Las dimensiones no mostradas son las mismas que para el modelo de eje simple. Las dimensiones de la chaveta del eje y de los cuatro chaflanes son las mismas que las del modelo básico.

Tamaño	H	N	U	UU
50	30	15	105	125
63	33	17	124	146
80	43	20	153	178
100	44	25	174	204

CRA1

CRA1□□U

Montaje del
detector magnético

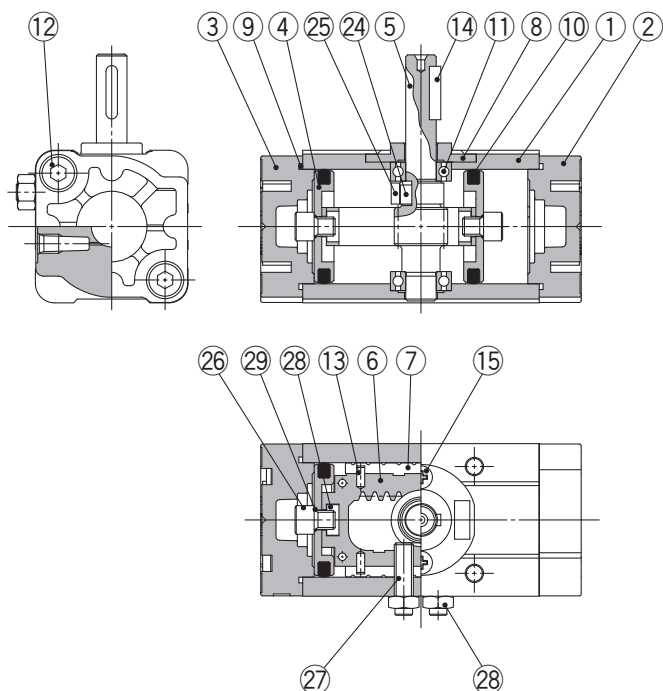
Opciones
especiales

Ejecuciones
especiales

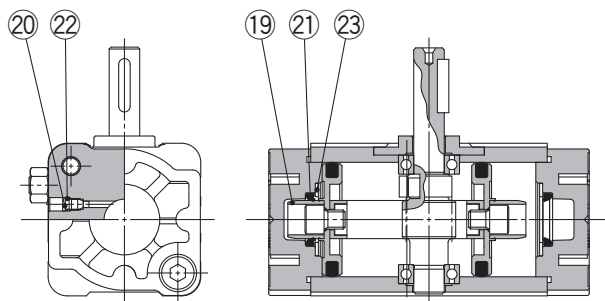
Serie CRA1

Diseño: Tamaño 30

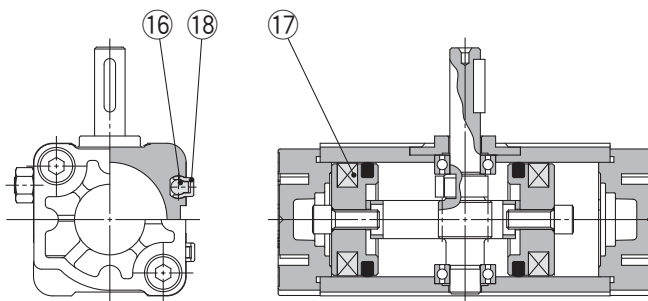
Sin amortiguación neumática



Con amortiguación neumática



Sin amortiguación neumática Con detección magnética



Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Cuerpo	Aleación de aluminio	Anodizado
2	Cubierta derecha	Aleación de aluminio	Revestimiento metálico
3	Cubierta izquierda	Aleación de aluminio	Revestimiento metálico
4	Émbolo	Aleación de aluminio	
5	Eje	Acero aleado	
6	Cremallera	Acero al carbono	Nitrurado
7	Cojinete de deslizamiento	Resina	
8	Tapa de rodamiento	Aleación de cinc	Cromado
9	Junta de estanqueidad del tubo	NBR	
10	Junta del émbolo	NBR	
11	Cojinete	Acero cromado extraduro	
12	Tornillo Allen con arandela	Acero aleado	Zinc cromado
13	Pasador elástico	Acero	Zinc cromado
14	Chaveta paralela	Acero al carbono	
15	Tornillo roscador Phillips de cabeza encastrada	Acero	Zinc cromado
16	Detector magnético	—	
17	Imán	—	
18	Espaciador de detector	Resina	
19	Anillo de amortiguación	Aleación de aluminio	Anodizado
20	Válvula de amortiguación	Acero	Niquelado
21	Junta de amortiguación	Uretano	
22	Junta tórica	NBR	

Nº	Descripción	Material	Nota
23	Retén de junta	Acero	
24	Chaveta paralela	Acero al carbono	
25	Tope	Acero aleado	
26	Perno de sujeción del émbolo	Acero aleado	Zinc cromado
27	Tornillo Allen	Acero aleado	Zinc cromado
28	Tuerca hexagonal	Acero	Zinc cromado
29	Junta tórica	NBR	

Lista de repuestos

Tamaño	Ref.		
	Sin amortiguación neumática	Con amortiguación neumática	Hidroneumático
Nota 2) 30	90°	P694010-20	P694010-22
	180°	P694010-21	P694010-23
Los componentes correspondientes		⑦, ⑨, ⑩, ⑬ se incluyen como un juego.	⑦, ⑨, ⑩, ⑬, ⑳ se incluyen como un juego.

Nota 1) Cuando haga el pedido de los repuestos, escriba "1" para un conjunto de piezas por actuador.

Nota 2) Los repuestos para diferentes ángulos de giro están establecidos.

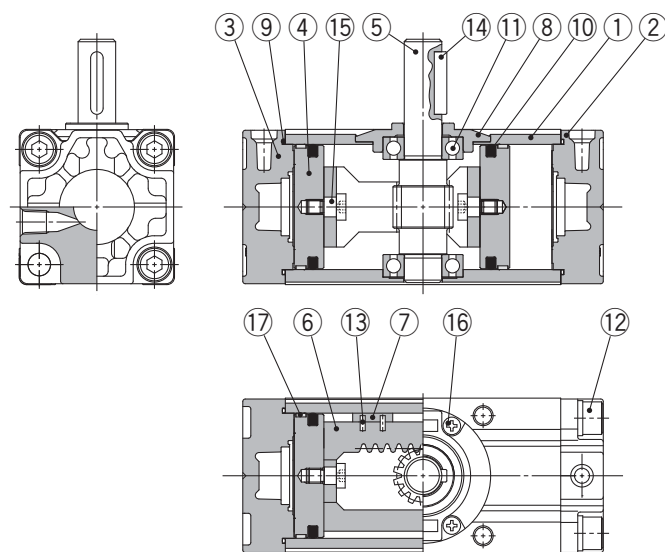
Se incluye un paquete de grasa (10 g).

Si se requiere un paquete de grasa adicional, pida la siguiente referencia.

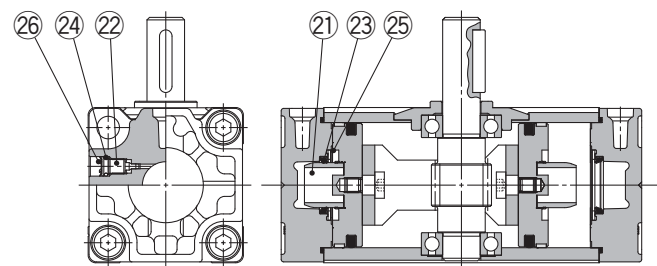
Ref. paquete de grasa: GR-S-010 (10 g)

Diseño: Tamaño 50 a 100

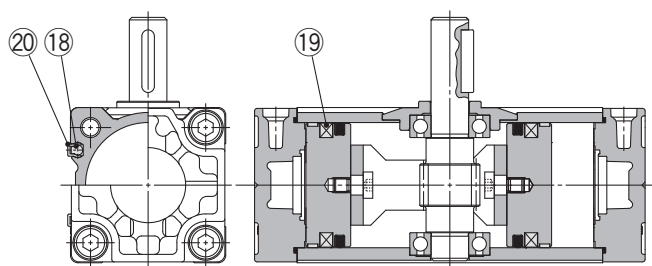
Sin amortiguación neumática



Con amortiguación neumática



Sin amortiguación neumática Con detección magnética



Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Cuerpo	Aleación de aluminio	Anodizado
2	Cubierta derecha	Aleación de aluminio	Revestimiento metálico
3	Cubierta izquierda	Aleación de aluminio	Revestimiento metálico
4	Émbolo	Aleación de aluminio	
5	Eje	Acero aleado	
6	Cremallera	Acero al carbono	Nitrurado
7	Cojinete de deslizamiento	Resina	
8	Tapa de rodamiento	Aleación de aluminio	Cromado
9	Junta de estanqueidad del tubo	NBR	
10	Junta del émbolo	NBR	
11	Cojinete	Acero cromado extraduro	
12	Tornillo Allen con arandela	Acero aleado	Zinc cromado
13	Pasador elástico	Acero	Zinc cromado
14	Chaveta paralela	Acero al carbono	
15	Tornillo de conexión	Acero al carbono	Zinc cromado
16	Tornillo roscador Phillips de cabeza encastrada	Acero	Zinc cromado
17	Anillo guía	Resina	
18	Detector magnético	—	
19	Imán	—	
20	Espaciador de detector	Resina	
21	Anillo de amortiguación	Aleación de aluminio	Anodizado
22	Válvula de amortiguación	Acero	Zinc cromado
23	Junta de amortiguación	Uretano	
24	Junta tórica	NBR	
25	Retén de junta	Acero	
26	Anillo de retención	Acero	

Lista de repuestos

Tamaño	Ref.		
	Sin amortiguación neumática	Con amortiguación neumática	Hidroneumático
50	P694020-20	P694020-21	P694020-23
63	P694030-20	P694030-21	P694030-23
80	P694040-20	P694040-21	P694040-23
100	P694050-20	P694050-21	P694050-23
Componentes correspondientes	7, 9, 10, 13 se incluyen como un juego.	7, 9, 10, 13, 23 se incluyen como un juego.	7, 9, 10, 13 se incluyen como un juego.

Nota) Cuando haga el pedido de los repuestos, escriba "1" para un conjunto de piezas por actuador.
Se incluye un paquete de grasa (10 g).
Si se requiere un paquete de grasa adicional, pida la siguiente referencia.
Ref. paquete de grasa: GR-S-010 (10 g)

CRA1

CRA1□□U

Montaje del detector magnético

Opciones especiales

Ejecuciones especiales

7MPa

Cilindro hidráulico

Serie *CHN*

Ø20, Ø25, Ø32, Ø40

Forma de pedido

CHN **L** **25** **100** **C73**

Fijación de montaje

B	Modelo básico
L	Modelo escuadra
F	Brida delantera
G	Brida trasera
C	Fijación oscilante macho

Diámetro

20	20mm
25	25mm
32	32mm
40	40mm

Número de detectores magnéticos

-	2 uns.
S	1 un.
n	"n" uns.

Detector magnético

-	Sin detector magnético
----------	------------------------

* Seleccione modelos de detectores magnéticos compatibles en la tabla inferior.

Carrera del cilindro (mm)

Véase la tabla de carreras estándar en la página siguiente.

Detectores magnéticos compatibles :

Modelo	Función especial	Entrada eléctrica	LED indicador	Cableado (salida)	Voltaje de carga		Detector magnético	Longitud de cable (m)*				Carga aplicable			
					DC	AC		0.5 (-)	3 (L:)	5 (Z)	Ninguno (IN)				
Detector tipo Reed	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (Equiv. a NPN)	—	5V	—	C76	●	●	—	—	Circuito CI	—	
				2 hilos	24V	12V	200V o menos	B53	●	●	●	—	—	PLC	
								B54	●	●	●	—	—	Relé PLC	
								B64	●	●	—	—			
		100V	C73					●	●	●	—				
		5V, 12V	100V o menos			C80	●	●	—	—	Circuito CI				
		12V	—			C73C	●	●	●	●	—	—			
		5V, 12V	24V	C80C	●	●	●	●	Circuito CI						
	12V	—	A33	—	—	—	●	—	—	PLC					
	Conector	Sí	Sí	12V	100V, 200V	A34	—	—	—	●	—	Relé PLC			
No		A44				—	—	—	●	—					
	Caja de conexiones	Sí	Sí	12V	100V, 200V	A33	—	—	—	●	—	PLC			
	Terminal DIN					A34	—	—	—	●	—	Relé PLC			
	Terminal DIN	Sí	Sí	12V	100V, 200V	A44	—	—	—	●	—	Relé PLC			
	Indicación diagnóstico (Indicador 2 colores)	Salida dir. cable	Sí	—	—	B59W	●	●	—	—	—	—			
Detector de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24V	5V, 12V	—	H7A1	●	●	○	—	Circuito CI	Relé PLC	
				3 hilos (PNP)				H7A2	●	●	○	—			
		Conector		2 hilos				12V	H7B	●	●	○	—		—
				H7C				●	●	●	●	—			
	Caja de conexiones	3 hilos (NPN)	5V, 12V	G39	—	—	—	●	Circuito CI						
		2 hilos	12V	K39	—	—	—	●	—						
	Indicación diagnóstico (Indicador 2 colores)	Salida directa a cable	3 hilos (NPN)	24V	5V, 12V	—	H7NW	●	●	○	—	Circuito CI			
			3 hilos (PNP)				H7PW	●	●	○	—				
			2 hilos				12V	H7BW	●	●	○	—	—		
							H7BA	—	●	○	—				
			3 hilos (NPN)				5V, 12V	G5NT	—	●	○	—	Circuito CI		
								H7NF	●	●	○	—			
			4 hilos (NPN)				—	H7LF	●	●	○	—	—		

* Símbolos de la long. de cable: 0.5m.....- (ejemplo) C73C 5mZ (ejemplo) C73CZ
3m L (ejemplo) C73CL Ninguno N (ejemplo) C73CN

Notas • Los detectores de estado sólido marcados con el símbolo "○" se fabrican bajo demanda.

• No es necesario especificar "N" (p. ej., sin cable) para D-A3□, D-A44, D-G39, y D-K39. Esta es la única especificación estándar disponible para estos modelos.

Características técnicas

Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple
Fluido	Aceite hidráulico
Presión nominal	7MPa
Presión de prueba	10.5MPa
Presión máxima admisible	9MPa
Presión mín. de trabajo	0.3MPa
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 80 °C
	Con detector magnético -10° hasta 60 °C
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s
Amortiguación	Amortiguación interna regulable
Rosca extremo vástago	Rosca macho
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS
Tolerancia de longitud de carrera	hasta 250mm ^{+1.0} ₀
	251 a 800mm ^{+1.4} ₀
Modelos de montaje	Modelo básico, modelo escuadra brida trasera, brida delantera fijación oscilante macho

Accesorios

Símbolo



Modelos de montaje		Básico	Escuadra	Brida trasera	Brida delantera	Fijación oscilante macho
Estandar	Tuerca de montaje	● (2 uns.)	● (2 uns.)	● (1 un.)	● (1 un.)	—
	Tuerca extremo vástago	●	●	●	●	●
Opciones	Eje de fijación oscilante	—	—	—	—	—
	Horquilla macho	●	●	●	●	●
	Horquilla hembra (con eje)	●	●	●	●	●
	Brida de articulación	●	●	●	●	●

Véase siguiente página para
carreras mínimas para el montaje
de detectores magnéticos.

Carreras estándar

Diámetro (mm)	Carreras estándar (mm)	Carrera larga
20	25 a 300	800
25	25 a 400	
32	25 a 500	
40		

* Las carreras estándar de arriba tienen un plazo mínimo de entrega.
Contacte con SMC para la fabricación de carreras distintas de las de arriba.

Aceites hidráulicos compatibles

Fluido hidráulico	Compatibilidad
Aceite hidráulico mineral estándar	Compatible
Aceites hidráulicos agua/aceite	Compatible
Aceites hidráulicos aceite/agua	Compatible
Aceites hidráulicos agua/glicol	*
Aceites hidráulicos de fosfato	No compatible

* Consulte con SMC.

Referencias de las fijaciones de montaje

Diámetro (mm)	20	25	32	40
Escuadra*	CHN-L020	CHN-L025	CHN-L032	CHN-L040
Brida	CHN-F020	CHN-F025	CHN-F032	CHN-F040

* Para la fijación por escuadras, pida 2 unidades por cilindro.

Ref. de las fijaciones de montaje de los detectores magnéticos (incl. banda y tornillos)

Diámetro (mm)	Modelos de detectores magnéticos		
	D-C7, D-C8 D-H7	D-B5, D-B6 D-G5, D-K5	D-A3, D-A4
20	BMA2-020	BA-01	BD1-01M
25	BHN3-025	BHN2-025	BD1-02M
32	BHN3-032	BGS1-032	BHN1-032
40	BHN3-040	BH2-040	BDS-04M

[Juego de tornillos de montaje de acero inoxidable]
Los siguientes juegos de tornillos de montaje se encuentran disponibles para su uso dependiendo del ambiente de trabajo. (Las bandas de montaje no están incluidas por lo que deberán pedirse por separado.)
BBA3: D-B5, D-B6, D-G5, y D-K5
BBA4: D-C7, D-C8, D-H7
* Cuando los detectores D-H7BAL salen de fábrica montados sobre el cilindro, se utilizan los tornillos de acero inoxidable de arriba. Además cuando los detectores salen de fábrica por separado se incluye el juego BBA4.

Carreras mínimas para el montaje de detectores magnéticos

Modelos de detectores magnéticos	Nº de detectores magnéticos				
	2 uns.		"n" uns.		1 un.
	Lados diferentes	Mismo lado	Lados diferentes	Mismo lado	
D-C7 D-C8	15	50	$15 + 45 \left(\frac{n-2}{2} \right)$ (n = 2, 4, 6 ...)	$50 + 45 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	10
D-H7□ D-H7□W D-H7BAL D-H7NF	15	60		$60 + 45 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	10
D-C73C D-C80C D-H7C	15	65	$15 + 50 \left(\frac{n-2}{2} \right)$ (n = 2, 4, 6 ...)	$65 + 50 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	10
D-H7LF	20	65	$20 + 50 \left(\frac{n-2}{2} \right)$ (n = 2, 4, 6 ...)		10
D-B5 D-B6	15	75	$15 + 50 \left(\frac{n-2}{2} \right)$ (n = 2, 4, 6 ...)	$75 + 55 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	10
D-B59W	20	75	$20 + 50 \left(\frac{n-2}{2} \right)$ (n = 2, 4, 6 ...)		15
D-A3 D-G39 D-K39 D-A44	35	100	$35 + 30 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	$100 + 100 (n - 2)$ (n = 2, 3, 4, 5 ...)	10

n: Número de detectores magnéticos

Esfuerzo teórico

Unidad (N)							
Diámetro (mm)	Tamaño vástago (mm)	Sentido del movimiento	Área efectiva (mm²)	Presión de trabajo (MPa)			
				1	3	5	7
20	10	SALIDA	314	314	942	1570	2198
		ENTRADA	235	235	705	1175	1645
25	12	SALIDA	490	490	1470	2450	3430
		ENTRADA	377	377	1131	1885	2639
32	16	SALIDA	804	804	2412	4020	5628
		ENTRADA	603	603	1809	3015	4221
40	18	SALIDA	1256	1256	3768	6280	8792
		ENTRADA	1002	1002	3006	5010	7014

Esfuerzo teórico (N) = Presión (MPa) x Área efectiva (mm²)

Tabla de pesos

(kg)					
Diámetro (mm)		20	25	32	40
Peso básico	Modelo básico	0.27	0.37	0.53	1.05
	Modelo escuadra	0.51	0.63	0.91	1.59
	Modelo brida	0.36	0.54	0.72	1.26
	Fijación oscilante	0.25	0.45	0.67	1.00
	Peso adicional por cada 50mm	0.12	0.13	0.18	0.23

- Método de cálculo (Ejemplo) CHNL20-100 (Escuadra, ø20, carrera de 100mm)
- Peso básico 0.51kg
- Peso adicional 0.12/50mm
- Carrera del cilindro100mm
- 0.51 + 0.12/50 x 100 = 0.75kg

Precauciones específicas del producto

Lea detenidamente las instrucciones antes de su uso. Véase de la página 178 a la 185 para las instrucciones de seguridad, las precauciones de los cilindros hidráulicos y las precauciones de los detectores.

Precaución

Cuando haga funcionar un cilindro por primera vez, asegúrese de liberar el aire a baja presión. Cuando todo el aire se ha liberado, haga funcionar el cilindro con presión reducida, incrementándola gradualmente a la presión normal de trabajo. No obstante, la velocidad de trabajo deberá ser ajustada a la mínima.

Montaje

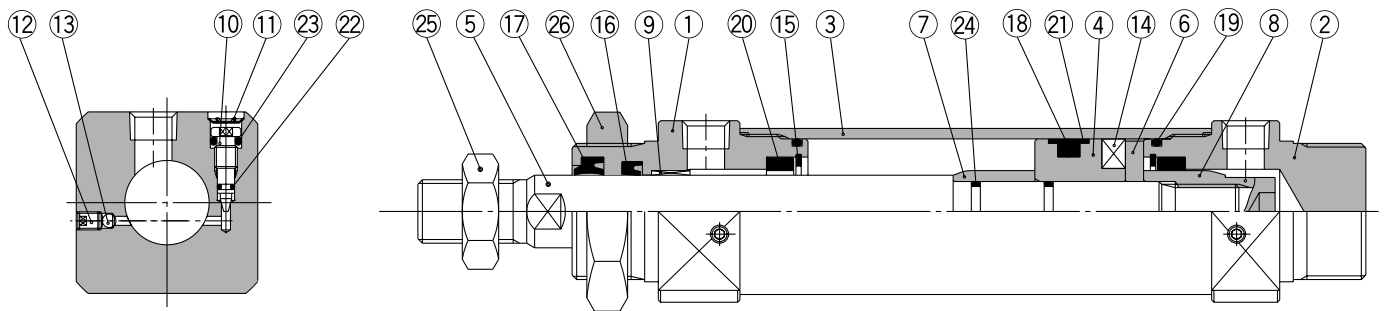
Precaución

1. A la hora de montar con tuercas de fijación de montaje, apriételas usando los pares de apriete de la tabla inferior como guía.

Diámetro (mm)	Rosca tuerca de montaje	Distancia entre caras tuerca de montaje (mm)	Par (N·m)
20	M22 x 1.5	26	45
25	M24 x 1.5	32	60
32	M30 x 1.5	38	85
40	M33 x 1.5	41	110

2. Cuando se monten con una cara fijada y otra sin fijar (modelo básico, modelo brida delantera) y funcionando a alta velocidad, el momento de flexión actúa sobre el cilindro debido a la oscilación de final de carrera, lo que puede causar daños al cilindro. En este caso, instale bridas para eliminar la oscilación del cilindro, o reducir suficientemente la velocidad del émbolo de forma que el cuerpo del cilindro no oscile al final de la carrera.

Construcción



Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Culata delantera	Aleación de aluminio	Anodizado negro
2	Culata trasera	Aleación de aluminio	Anodizado negro
3	Camisa del cilindro	Acero inoxidable	
4	Émbolo	Acero inoxidable	
5	Vástago	ø20, 25: Acero inoxidable ø32, 40: Acero al carbono	Electrolítico de cromo duro
6	Placa magnética	Acero inoxidable	
7	Tornillos amortiguación A	Acero al carbono	
8	Tornillo amortiguación B	Acero al carbono	
9	Casquillo	Bronce	
10	Válvula de amortiguación	Acero al carbono	
11	Anillo elástico	Acero para muelles	
12	Válvula de descarga	Acero aleado	
13	Bola antirretorno	Acero rodamientos	

Nº	Descripción	Material	Nota
14	Imán	—	
15	Anillo elástico	Acero para muelles	
16	Junta del vástago	NBR	
17	Rascadora	NBR	
18	Junta del émbolo	NBR	
19	Junta estanqueidad camisa	NBR	
20	Junta de amortiguación	—	
21	Anillo de seguridad	Resina	
22	Junta válvula de amortiguación A	NBR	
23	Junta válvula de amortiguación B	NBR	
24	Junta estanqueidad émbolo	NBR	
25	Tuerca extremo vástago	Acero al carbono	
26	Tuerca de montaje	Acero al carbono	

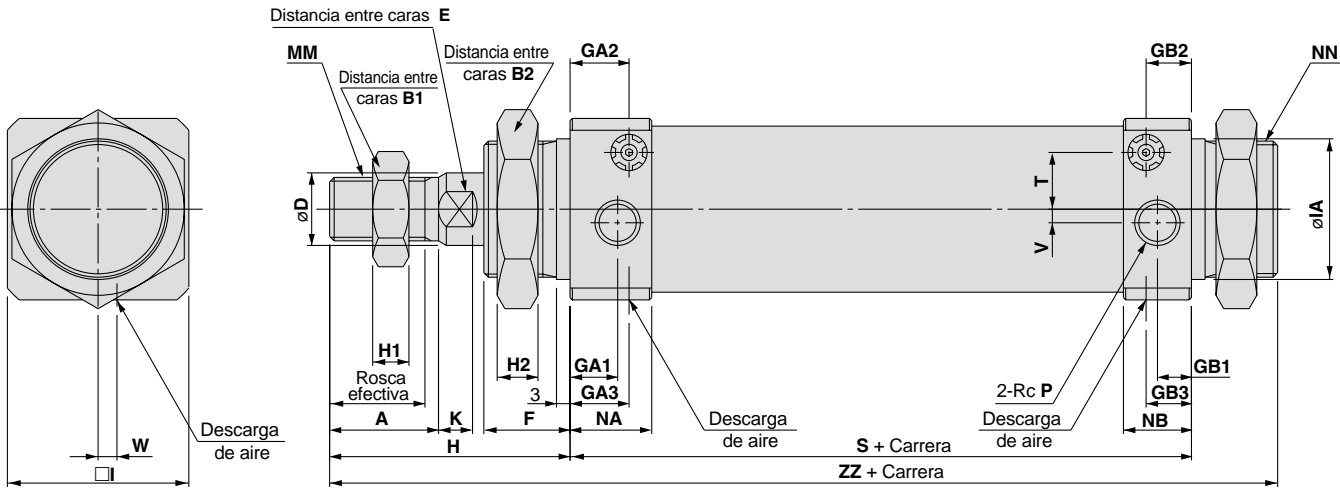
Juego de juntas de recambio

Diámetro (mm)	Ref. juego de juntas	Componentes
20	CHN20-PS	Números del 16 al 20, y 22 del cuadro
25	CHN25-PS	
32	CHN32-PS	
40	CHN40-PS	

* Los juegos de juntas están formados por los componentes del 16 al 20, y el 22.

Dimensiones

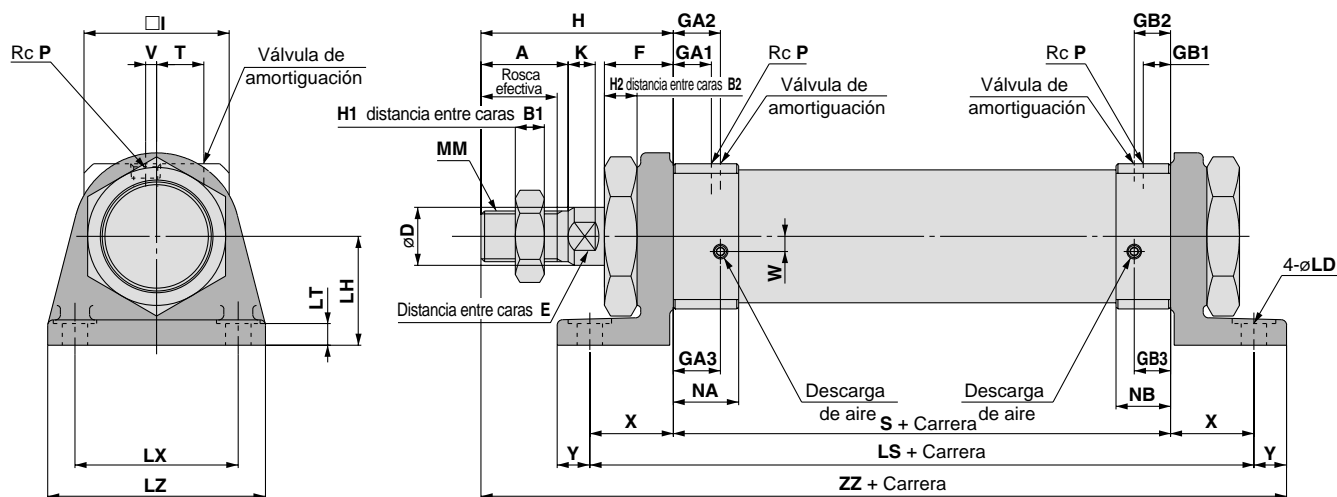
Modelo básico **CHNB**



(mm)																		
Diámetro (mm)	Rango de carrera (mm)	Longitud rosca efectiva (mm)	A	B1	B2	D	E	F	GA1	GA2	GA3	GB1	GB2	GB3	H	H1	H2	I
20	25 a 300	15.5	18	13	26	10	8	16	10	12	12	8	10	10	41	5	8	31
25	25 a 400	19.5	22	17	32	12	10	16	10	12	12	8	10	10	46	6	8	34
32	25 a 500	21	24	22	38	16	14	19	11	13	13	8	10	10	53	8	9	40
40	25 a 500	21	24	24	41	18	16	21	12	17	17	11	16	16	54	10	11	48

(mm)												
Diámetro (mm)	IA	K	MM	NA	NB	NN	P	S	T	V	W	ZZ
20	23f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5	M8	17	15	M22 x 1.5	1/8	81	9.5	4.5	6.5	138
25	25f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5.5	M10 x 1.25	17	15	M24 x 1.5	1/8	81	11	3.5	5.5	143
32	31f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M14 x 1.5	18	15	M30 x 1.5	1/8	87	13	3	4	159
40	34f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M16 x 1.5	22	21	M33 x 2	1/4	108	16	5	0	183

Modelo escuadra CHNL

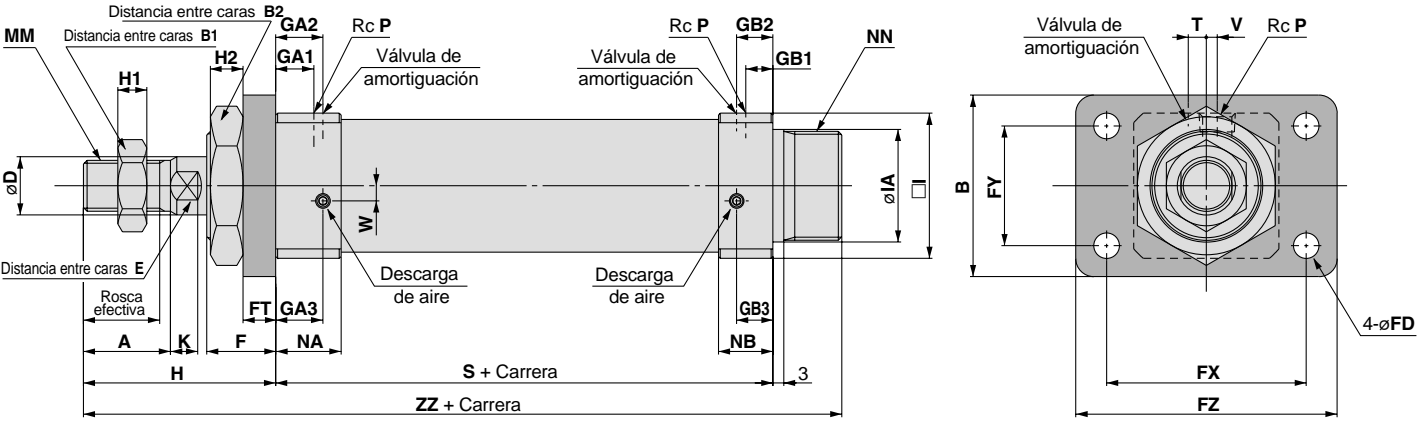


Diámetro (mm)	Rango de carrera (mm)	Longitud rosca efectiva (mm)	A	B1	B2	D	E	F	GA1	GA2	GA3	GB1	GB2	GB3	H	H1	H2	I	K
20	25 a 300	15.5	18	13	26	10	8	16	10	12	12	8	10	10	41	5	8	31	5
25	25 a 400	19.5	22	17	32	12	10	16	10	12	12	8	10	10	46	6	8	34	5.5
32	25 a 500	21	24	22	38	16	14	19	11	13	13	8	10	10	53	8	9	40	7.5
40	25 a 500	21	24	24	41	18	16	21	12	17	17	11	16	16	54	10	11	48	7.5

Diámetro (mm)	LD	LH	LS	LT	LX	LZ	MM	NA	NB	P	S	T	V	W	X	Y	ZZ
20	7	25	121	5.5	40	55	M8	17	15	1/8	81	9.5	4.5	6.5	20	9	151
25	7	28	121	5.5	40	55	M10 x 1.25	17	15	1/8	81	11	3.5	5.5	20	9	156
32	7	30	133	6	45	60	M14 x 1.5	18	15	1/8	87	13	3	4	23	9	172
40	9	35	158	6	55	75	M16 x 1.5	22	21	1/4	108	16	5	0	25	11	198

Dimensiones

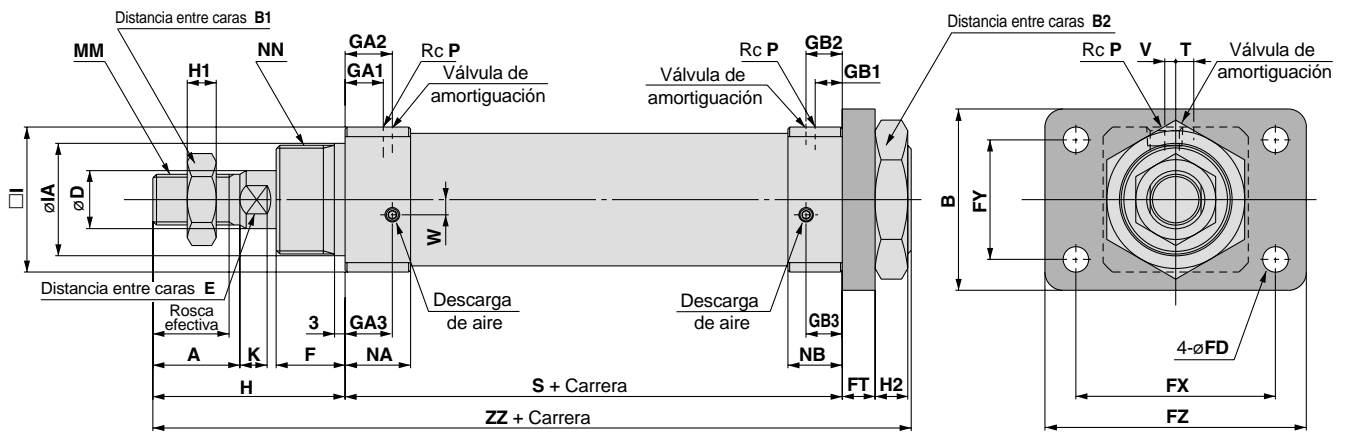
Brida delantera: CHNF



(mm)																			
Diámetro (mm)	Rango de carrera (mm)	Longitud rosca efectiva (mm)	A	B	B1	B2	D	E	F	FD	FT	FX	FY	FZ	GA1	GA2	GA3	GB1	GB2
20	25 a 300	15.5	18	38	13	26	10	8	16	7	6	51	21	68	10	12	12	8	10
25	25 a 400	19.5	22	44	17	32	12	10	16	7	9	53	27	70	10	12	12	8	10
32	25 a 500	21	24	50	22	38	16	14	19	7	9	55	33	72	11	13	13	8	10
40	25 a 500	21	24	60	24	41	18	16	21	9	9	66	36	84	12	17	17	11	16

(mm)																	
Diámetro (mm)	GB3	H	H1	H2	I	IA	K	MM	NA	NB	NN	P	S	T	V	W	ZZ
20	10	41	5	8	31	23f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5	M8	17	15	M22 x 1.5	1/8	81	9.5	4.5	6.5	138
25	10	46	6	8	34	25f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5.5	M10 x 1.25	17	15	M24 x 1.5	1/8	81	11	3.5	5.5	143
32	10	53	8	9	40	31f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M14 x 1.5	18	15	M30 x 1.5	1/8	87	13	3	4	159
40	16	54	10	11	48	34f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M16 x 1.5	22	21	M33 x 2	1/4	108	16	5	0	183

Brida trasera: CHNG

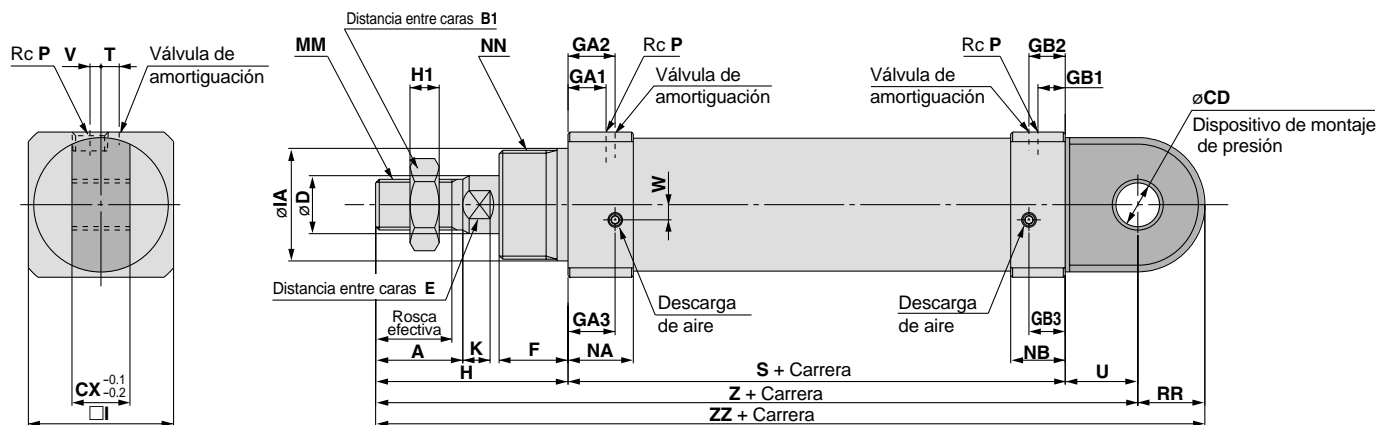


Diámetro (mm)	Rango de carrera (mm)	Longitud rosca efectiva (mm)	A	B	B1	B2	D	E	F	FD	FT	FX	FY	FZ	GA1	GA2	GA3	GB1	GB2
20	25 a 300	15.5	18	38	13	26	10	8	16	7	6	51	21	68	10	12	12	8	10
25	25 a 400	19.5	22	44	17	32	12	10	16	7	9	53	27	70	10	12	12	8	10
32	25 a 500	21	24	50	22	38	16	14	19	7	9	55	33	72	11	13	13	8	10
40	25 a 500	21	24	60	24	41	18	16	21	9	9	66	36	84	12	17	17	11	16

Diámetro (mm)	GB3	H	H1	H2	I	IA	K	MM	NA	NB	NN	P	S	T	V	W	ZZ
20	10	41	5	8	31	23f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5	M8	17	15	M22 x 1.5	1/8	81	9.5	4.5	6.5	138
25	10	46	6	8	34	25f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5.5	M10 x 1.25	17	15	M24 x 1.5	1/8	81	11	3.5	5.5	143
32	10	53	8	9	40	31f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M14 x 1.5	18	15	M30 x 1.5	1/8	87	13	3	4	159
40	16	54	10	11	48	34f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M16 x 1.5	22	21	M33 x 2	1/4	108	16	5	0	183

Dimensiones

Fijación oscilante macho CHNC



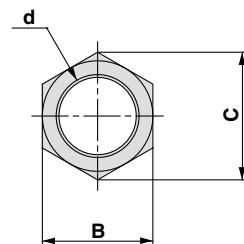
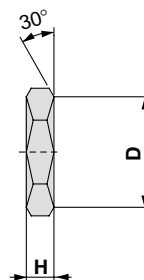
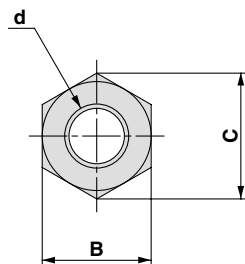
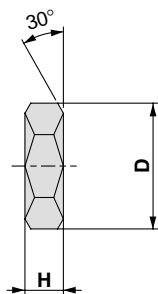
Diámetro (mm)	Rango de carrera (mm)	Longitud rosca efectiva (mm)	A	B1	CD	CX	D	E	F	GA1	GA2	GA3	GB1	GB2	GB3	H	H1	I
20	25 a 300	15.5	18	13	10 ^{+0.109} ₀	16	10	8	16	10	12	12	8	10	10	41	5	31
25	25 a 400	19.5	22	17	10 ^{+0.109} ₀	16	12	10	16	10	12	12	8	10	10	46	6	34
32	25 a 500	21	24	22	12 ^{+0.109} ₀	16	16	14	19	11	13	13	8	10	10	53	8	40
40	25 a 500	21	24	24	16 ^{+0.034} _{-0.015}	24	18	16	21	12	17	17	11	16	16	54	10	48

Diámetro (mm)	IA	K	MM	NA	NB	NN	P	RR	S	T	U	V	W	Z	ZZ
20	23f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5	M8	17	15	M22 x 1.5	1/8	13.5	81	9.5	14	4.5	6.5	136	150
25	25f8 ^{-0.020} _{-0.053}	5.5	M10 x 1.25	17	15	M24 x 1.5	1/8	14.5	81	11	15	3.5	5.5	142	157
32	31f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M14 x 1.5	18	15	M30 x 1.5	1/8	18.5	87	13	20	3	4	160	179
40	34f8 ^{-0.025} _{-0.064}	7.5	M16 x 1.5	22	21	M33 x 2	1/4	22.5	108	16	20	5	0	182	205

Accesorios (Estándar)

Tuerca del extremo del vástago

Material: Acero al carbono



Ref.	Diámetro del cilindro (mm)	d	H	B	C	D
NT-02	20	M8	5	13	15.0	12.5
NT-03	25	M10 x 1.25	6	17	19.6	16.5
NT-04	32	M14 x 1.5	8	22	25.4	21.0
AC-NI-50	40	M16 x 1.5	10	24	27.7	23

Ref.	Diámetro del cilindro (mm)	d	H	B	C	D
SO-02	20	M22 x 1.5	8	26	30	26
SO-03	25	M24 x 1.5	8	32	36.9	32
SO-04	32	M30 x 1.5	9	38	43.9	38
SO-05	40	M33 x 2.0	11	41	47.3	41

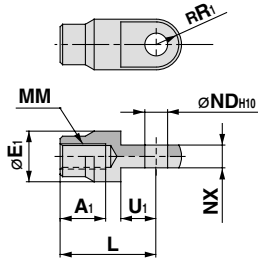
Fijaciones adicionales (opcional)

Horquilla macho en forma de I

Ø20: I-02

Ø25: I-03

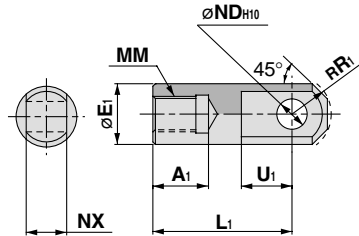
Material: Acero laminado



Ø32: I-04

Ø40: IHN-04

Material: Acero laminado



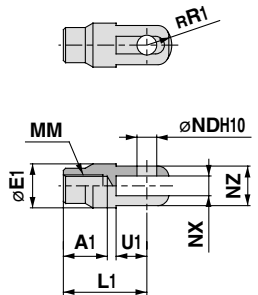
Ref.	Diámetro del cilindro (mm)	A1	E1	L1	MM	R1	U1	NDH10	NX
I-02	20	16	20	36	M8	10	14	9 ^{+0.058} ₀	9 ^{-0.1} _{-0.2}
I-03	25	18	20	38	M10 x 1.25	10	14	9 ^{+0.058} ₀	9 ^{-0.1} _{-0.2}
I-04	32	22	24	55	M14 x 1.5	15.5	20	12 ^{+0.070} ₀	16 ^{-0.1} _{-0.3}
IHN-04	40	22	24	55	M16 x 1.5	15.5	20	15 ^{+0.070} ₀	16 ^{-0.1} _{-0.3}

Horquilla hembra en forma de Y

Ø20: Y-02

Ø25: Y-03

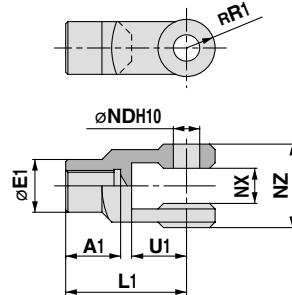
Material: Acero laminado



Ø32: Y-04C

Ø40: YHN-04

Material: Hierro fundido



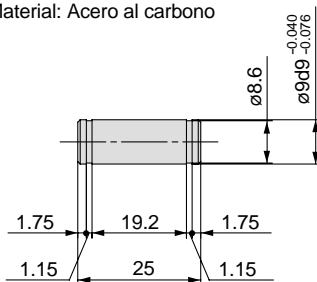
Ref.	Diámetro del cilindro (mm)	A1	E1	L1	MM	R1	U1	NDH10	NX	NZ
Y-02	20	16	20	36	M8	12	14	9 ^{+0.058} ₀	9 ^{+0.2} _{+0.1}	18
Y-03	25	18	20	38	M10 x 1.25	12	14	9 ^{+0.058} ₀	9 ^{+0.2} _{+0.1}	18
Y-04C	32	22	24	55	M14 x 1.5	13	25	12 ^{+0.070} ₀	16 ^{+0.3} _{+0.1}	38
YHN-04	40	22	24	55	M16 x 1.5	13	25	15 ^{+0.070} ₀	16 ^{+0.3} _{+0.1}	38

Eje de articulación

Ø20, Ø25

Ref.: CDP-1

Material: Acero al carbono

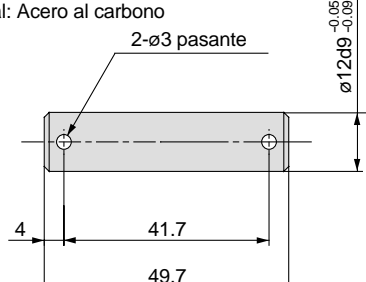


Anillo elástico tipo C para eje 9

Ø32

Ref.: CDP-3

Material: Acero al carbono

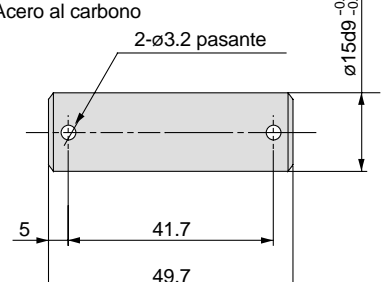


Pasador de aletas Ø3 x 18ℓ

Ø40

Ref.: CDPN-4

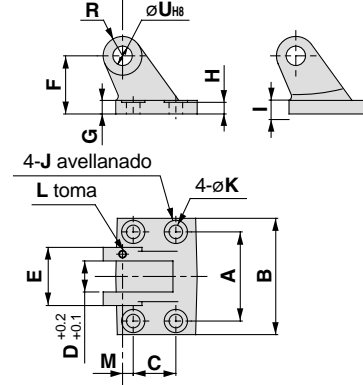
Material: Acero al carbono



Pasador de aletas Ø3.2 x 20ℓ

Brida para fijación oscilante

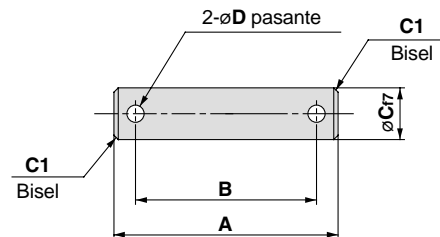
Material: Hierro fundido



Ref.	Diámetro del cilindro (mm)	A	B	C	D	UH8	E	F	G	H	I	J	K	L	M	R
AD-FI-20	20	46	60	22	16	10 ^{+0.027} ₀	30	28	6.5	5.5	10	12	7	M4	5.5	10
AD-FI-25	25	46	60	22	16	10 ^{+0.027} ₀	30	30	6.5	5.5	10	12	7	M4	5.5	10
AD-FI-32	32	56	80	30	16	12 ^{+0.027} ₀	36	40	10	9	13	12	7	M5	7	12
AD-CHN-40	40	64	88	30	24	16 ^{+0.027} ₀	44	43	10	9	13	16	9	M5	10	12

Pasador de brida

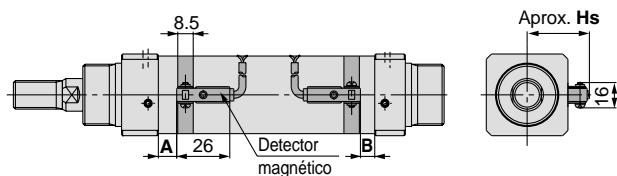
Material: Acero al carbono



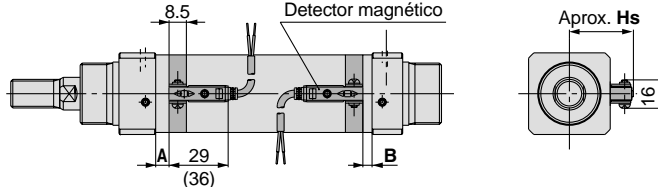
Ref.	Diámetro (mm)	A	B	C7	D	Pasador de aletas
AD-EI-20	20	45.5	35.5	10 ^{-0.016} _{-0.034}	3.2	Ø3.2 x 16ℓ
AD-EI-25	25	45.5	35.5	10 ^{-0.016} _{-0.034}	3.2	
AD-EI-32	32	52	42	12 ^{-0.016} _{-0.034}	4	Ø4 x 20ℓ
AD-CHN-40	40	60	50	16 ^{-0.016} _{-0.034}	4	

Posiciones y altura de montaje adecuadas de los detectores magnéticos para la detección a final de carrera

D-C7, D-C8

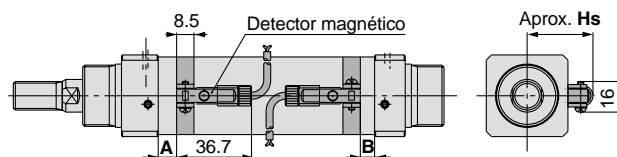


D-H7□, D-H7□W, D-H7□F, D-H7BAL

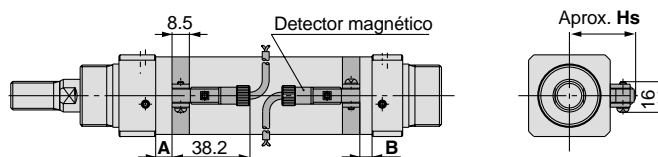


* Las dimensiones entre () son para D-H7LF.

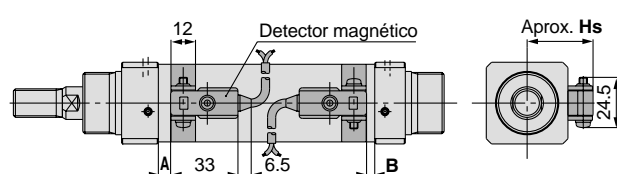
D-C73C, D-C80C



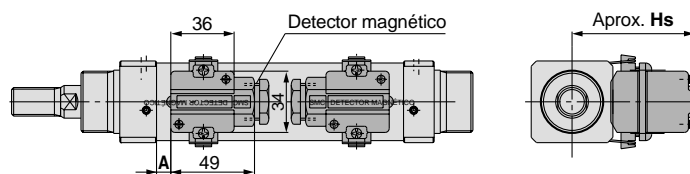
D-H7C



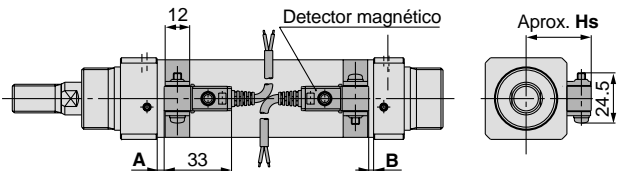
D-B5, D-B6, D-B59W



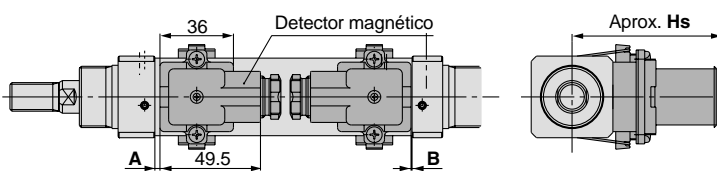
D-A3, D-G3, D-K3



D-G5, D-K5, D-G5□W, D-G5BA, D-K9W, D-G59F, D-G5NT



D-A44



Posiciones de montaje adecuadas del detector magnético

(mm)

Diámetro (mm)	D-C7□ D-C80 D-C73C D-C80C		D-B5□ D-B64		D-H7□ D-H7C D-H7□W D-H7BAL		D-G5NTL		D-H7□F		D-B59W		D-G39 D-K39 D-A3□ D-A44	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
20	19	11	12.5	4.5	17.5	9.5	14	6	16	8	15.5	7.5	12	4
25	20.5	10.5	14	4	19	9	15.5	5.5	17.5	7.5	17	7	13.5	3.5
32	23.5	12.5	17	6	22	11	18.5	7.5	20.5	9.5	20	9	16.5	5.5
40	28.5	18.5	22	12	27	17	23.5	13.5	25.5	15.5	25	15	21.5	11.5

Altura de montaje del detector magnético

(mm)

Diámetro (mm)	D-C7 D-C8 D-H7 D-H7□W D-H7□F D-H7BAL	D-B5 D-B6 D-B59W D-G5NTL	D-C73C D-C80C D-H7C	D-G39 D-K39 D-A33 D-A34	D-A44
	HS	HS	HS	HS	HS
20	25	28	27.5	62	72
25	27	30	29.5	64	74
32	30.5	33.5	32.5	66	76
40	34.5	37.5	37.0	70.5	80.5

HRDA

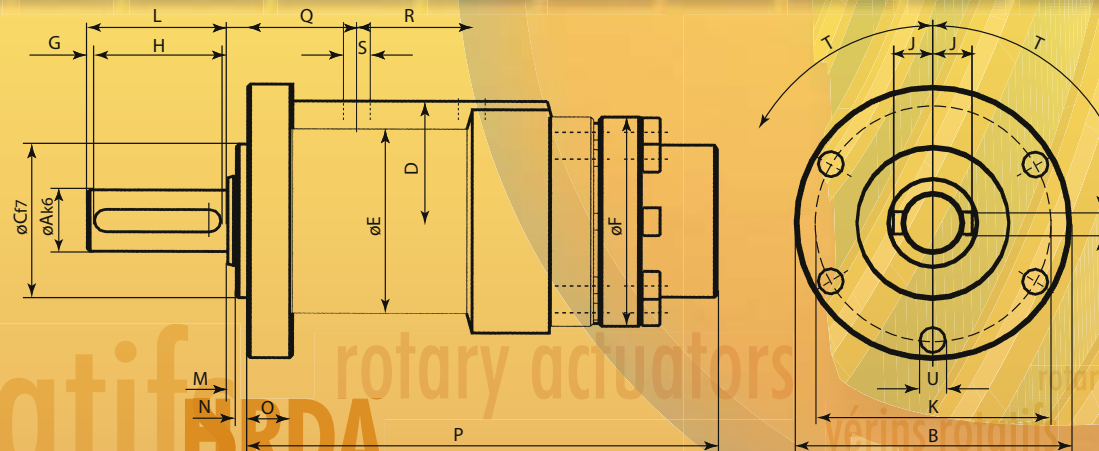
Rotation 90°, 180°, 270° & 360° sur tous les modèles *for each size*

- pression nominale d'utilisation 210 bar *working pressure 210 bar (3000 Psi)*
- en option : amortisseurs hydrauliques intégrés, rattrapage angulaire $\pm 4^\circ$ et différents types de sortie d'arbre. *options: cushioning both ends, angle adjustment $\pm 4^\circ$, camshaft & hollow shaft*
- en standard une sortie d'arbre clavettée ou cannelée. *Single shaft extension (splined or keyed)*



caractéristiques techniques *performances*

modèle <i>model</i>	couple <i>torque</i> [Nm]	charge radiale <i>radial load</i> max [N]	charge axiale <i>axial load</i> max [N]	cylindrée <i>volumetric displacement</i> [dm³]				poids <i>weight</i> [kg]			
				90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
HRDA 40	200	1567	8000	0,020	0,040	0,060	0,080	4	4,5	5	5,5
HRDA 50	340	2976	10000	0,033	0,066	0,099	0,132	5	5,8	6,9	7,4
HRDA 63	650	4364	14000	0,066	0,131	0,196	0,262	8,5	9,8	11	12,2
HRDA 80	1300	7875	19050	0,131	0,262	0,391	0,521	16,7	19,1	21,5	24
HRDA 100	2500	11250	24900	0,255	0,509	0,763	1,018	24,1	29,2	34	38,5
HRDA 125	5107	17552	34100	0,518	1,036	1,554	2,071	47	55	63,5	72,5
HRDA 140	7100	17800	34800	0,759	1,518	2,277	3,036	74	87	101	115
HRDA 160	11300	36300	46200	1,145	2,290	3,435	4,580	114	136	154	170
HRDA 180	16200	37600	47400	1,678	3,356	5,034	6,712	150	187	213	245
HRDA 200	22300	67210	62000	2,261	4,522	6,783	9,044	194	238	264	306
HRDA 225	32000	69000	63100	3,388	6,676	10,014	13,352	404	488	565	630
HRDA 225 S	38920	69000	63100	4,127	8,245	12,368	16,491	487	543	637	684
HRDA 250	44000	78000	66500	4,607	9,215	13,821	18,429	630	726	815	912
HRDA 280	60800	84600	71000	6,348	12,695	19,043	25,391	874	1011	1164	1292
HRDA 300	76000	89400	76000	7,930	15,862	23,79	31,724	1126	1308	1484	1677



vérins rotatif

rotary actuators

vérins rotatifs

rotary actuators

encombrements (en mm) *dimensions (in mm)*

modèle <i>model</i>	ØA k6	ØA m6	ØB	ØC f7	ØF	I	J	K	L	M	N	O	Q
HRDA 40	22		98	55	75	8	14	84	50	3	4	16	39
HRDA 50	28		110	68	82	8	17	90	60	3	4	18	39
HRDA 63	35		128	80	95	10	20,5	108	80	3,5	5	25	48
HRDA 80	42		150	100	118	12	24	130	110	3	6	30	57
HRDA 100		55	178	115	147	16	31,5	155	110	4	6	31	65
HRDA 125		70	222	150	183	20	39,5	195	140	4	8	37	74
HRDA 140		80	250	160	210	22	45	220	150	7	10	40	78
HRDA 160		100	278	190	240	28	56	145	210	5	12	43	95
HRDA 180		105	298	210	270	28	58,5	265	210	5	12	45	125
HRDA 200		120	325	235	295	32	67	290	210	5	12	54	125
HRDA 225		140	385	260	350	36	78	345	260	6	15	64	155
HRDA 255 S		140	385	260	350	36	78	345	260	6	15	64	155
HRDA 250		150	450	300	385	36	83	400	300	6	20	90	224
HRDA 280		170	490	340	435	40	94	450	300	6	20	100	261
HRDA 300		180	555	380	470	45	100	500	300	6	20	110	271

modèle <i>model</i>	S G °	T °	U Nbr.	U	DIN 5480	P angle °				R angle °			
						90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
HRDA 40	1/8"	60	5	9	W 22x1,25x16x8f	124	149	182	210	28	41	55	68,5
HRDA 50	1/8"	60	5	9	W 28x2x12x8f	133	164	200	232	31	48	65	80,5
HRDA 63	1/4"	60	5	11	W 35x2x16x8f	152	200	245	284	37	57	79	99
HRDA 80	3/8"	45	7	11	W 40x2x18x8f	187	240	290	345	47	74	101	125
HRDA 100	1/2"	45	7	14	W 55x2x26x8f	245	311	366	432	56,5	89	121,5	154
HRDA 125	1/2"	40	8	18	W 70x2x34x8f	281	392	480	550	76	118,5	162,5	207
HRDA 140	1/2"	40	8	18	W 80x3x25x8f	304	401	499	597	82	130	180	229
HRDA 160	3/4"	40	8	22	W 100x3x32x8f	365	474	593	707	110	168	224	285
HRDA 180	1"	30	11	22	W 105x3x34x8f	435	565	702	880	119	186	253	321
HRDA 200	1"	30	11	22	W 120x5x22x8f	440	587	730	878	128	202	273	346
HRDA 225	1"	22,5	15	22	W 140x5x26x8f	570	732	900	1069	159	240	321	403
HRDA 255 S	1"	22,5	15	22	W 140x5x26x8f	690	805	995	1220	175	276	381	484
HRDA 250	1"	22,5	15	26	W 150x5x28x8f	710	875	1060	1261	155	248	343	437
HRDA 280	1"	18	19	26	W 170x5x32x8f	790	1000	1205	1261	183	287	392	493
HRDA 300	1"	18	19	32	W 180x5x34x8f	840	1060	1285	1510	194	302	414	528